Opis predmetu zákazky: Základný model riešenia LAN/WLAN na školách

„Riešenie LAN/WLAN“

Príloha 01a

december 2024

Obsah

1 Úvod 6

1.1 Cieľ dokumentu 6

1.2 Projektový zámer 6

1.3 Cieľ projektu 6

1.4 Technická koncepcia riešenia siete 7

2 Aktuálny stav škôl 12

2.1 Stav LAN infraštruktúry 12

2.2 Stav konektivity škôl 13

2.3 Typy škôl zapojených do projektu. 13

2.4 Kategorizácia škôl 13

2.5 Pasportizácia škôl 15

3 Základný model riešenia LAN/WLAN lokality školy 18

3.1 Architektúra riešenia LAN/WLAN 18

3.2 Návrh a výpočet aktívnych prvkov 21

3.2.1 Wifi Access Point 21

3.2.2 Switch 24

3.2.3 Firewall 25

3.3 Návrh a výpočet pasívnych prvkov 25

3.3.1 Kabeláž 25

3.3.2 Káblové lišty 27

3.3.3 Dátové zásuvky 27

3.3.4 Rozvádzač centrálny 27

3.3.5 Rozvádzač pomocný 27

3.3.6 Ďalší pomocný inštalačný materiál 27

3.4 Návrh a výpočet inštalačných a konfiguračných prác 28

3.5 Špecifikácia prvkov základného modelu 28

3.5.1 Dátové zásuvky 28

3.5.2 Rozvádzače s príslušenstvom 28

3.5.3 Kabeláž 29

3.5.4 Switch 29

3.5.5 Optický modul 37

3.5.6 WiFi Access Point 37

4 Detailný popis riešenia RPŠ a organizácia projektu 42

4.1 Detailná funkčná špecifikácia (DFŠ) 42

4.2 Plán realizácie 42

4.3 Vzorový implementačný plán školy 43

4.4 Predvedenie riešenia (PoC) 43

4.5 Organizácia projektu 46

4.5.1 Organizačná štruktúra projektu 46

4.5.2 Orgány projektu 46

4.5.3 Komunikačný management 46

4.5.4 Pracovné stretnutia 46

4.5.5 Projektový reporting 46

4.5.6 Projektová dokumentácia a dokumentačný manažment 47

4.5.7 Vznik, management rizík a problémov projektu 47

4.5.8 Testovanie 47

5 Inštalácia na mieste 48

5.1 Návrh a dizajn riešenia v lokalite školy 48

5.2 Dodávka zariadení 49

5.3 Inštalácia riešenia 51

5.4 Konfigurácia riešenia 55

5.5 Prepojenie existujúcej školskej LAN/WLAN siete 55

5.6 Integrácia riešenia s CU 56

5.7 Akceptačné testovanie riešenia 56

5.8 Školenia 58

5.9 Dokumentácia riešenia 58

5.10 Akceptácia riešenia 59

6 Prílohy 61

6.1 Zoznam skratiek 61

6.2 Zoznam obrázkov 63

6.3 Zoznam tabuliek 63

Definície a výklad pojmov

| **Pojem** | **Vysvetlenie** |
| --- | --- |
| **Udalosť** | Udalosťou rozumieme akúkoľvek zmena stavu infraštruktúry, ktorá môže mať vplyv na poskytovanie služieb. Môže byť plánovaná alebo neplánovaná, avšak nie vždy má priamy negatívny vplyv na služby. Slúži ako signalizácia potenciálnej situácie, ktorú je potrebné sledovať. Udalosť môže byť automaticky/proaktívne detegovaná (napr. výpadok spojenia automatickým monitorovacím systémom), nahlásená oprávnenou osobou používateľa siete alebo manuálne zadaná pracovníkom RPŠ, pracovníkom CU. Požiadavky oprávnenej osoby typu: žiadosť o informáciu, zmenu, sú rovnako evidované ako udalosť. |
| **Ticket** | Je akýkoľvek zaznamenaný záznam o interakcii medzi oprávnenou osobou používateľa a prevádzkovateľom služieb. Slúži ako základný nástroj na sledovanie, správu a riešenie rôznych udalostí. |
| **Problém** | Je podstatná príčina jedného alebo viacerých incidentov. Zatiaľ čo incident predstavuje konkrétny výskyt poruchy, problém je koreňová príčina týchto porúch. |
| **Incident** | Je akákoľvek neplánovaná udalosť, ktorá spôsobuje, alebo má potenciál spôsobiť, prerušenie alebo podstatné zníženie kvality požadovaných služieb, hodnoty parametrov služieb nedosahujú požadovanú úroveň, negatívny vplyv na používateľov pre porušenie definovaných požiadaviek na služby. |
| **Požiadavka na zmenu** | Je formálna žiadosť o autorizáciu na vykonanie zmeny v IT službách, systémoch alebo infraštruktúre. Táto zmena môže byť plánovaná alebo nútená a môže mať vplyv na kvalitu, dostupnosť alebo zabezpečovanie služieb. |
| **Požiadavka o informáciu** | Je formálna žiadosť na poskytnutie informácie o poskytovaných službách, ich nastavení parametrov služieb, atď. |
| **RPŠ – Service Desk** | Je súbor organizačných, technických a personálnych prostriedkov pre zabezpečenie poskytovania služieb podpory prevádzky a údržby riešenia v pôsobnosti RPŠ. |
| **CU – Service Desk** | Je súbor organizačných, technických a personálnych prostriedkov pre zabezpečenie poskytovania služieb podpory prevádzky a údržby riešenia v pôsobnosti CU. Znamená aj súbor technických, organizačných a personálnych prostriedkov pre zabezpečenie poskytovania služieb kontaktu a podpory prostredníctvom hlasovej komunikácie s využitím verejnej telefónnej siete, pomocou internetového portálu a mailovej adresy. |
| **Centrálny ticketing portál (CTP)** | Centrálny portál zriadený a prevádzkovaný dodávateľom služieb CU. Portál slúži ako základný centrálny nástroj na sledovanie, správu a riešenie ticketov, reportovania kvality. Portál je dostupný cez štandardné webové rozhranie pre RPŠ agentov, CU agentov, ŠKOLY a rezort. |
| **Severity** | Definuje závažnosť nesúladu služby a vplyv nesúladu služby na používateľov. |
| **Pripájaný bod** | Je označenie pre každé miesto, ktoré poskytuje možnosť fyzického pripojenia do siete používateľa – RJ.45 v učebni a WiFi AP. |
| **Chrbticová sieť LAN (core sieť)** | Je sieť v lokalite školy medzi CPE a akýmkoľvek switchom, medzi switchmi |
| **Pasport** | Je súbor, v ktorom sú uvedené všetky informácie o škole, vrátane vypočítaného počtu prvkov |
| **EDUID školy** | Je jednoznačný identifikátor školy, každá škola má pridelené unikátne EDUID |
| **Kmeň škôl** | Je skupina, v ktorej školy patria pod jednu nadradenú (kmeňovú) školu |

Tabuľka 1: Zoznam pojmov

# Úvod

## Cieľ dokumentu

Zámerom tohoto dokumentu je popísať návrh riešenia LAN/WLAN Regionálneho Partnera Škôl v projekte Digitálna infraštruktúra škôl. V dokumente je popísaný návrh sieťovej architektúry na školách s metodikou, akou obstarávateľ pristupoval k návrhu a výpočtu prvokov – návrhu základného modelu riešenia LAN/WLAN. Dokument obsahuje technickú špecifikáciu sieťových prvkov použitých v tejto architektúre. Významnou časťou dokumentu sú detailné požiadavky na inštaláciu a dodanie riešenia LAN/WLAN na školách.

Tento dokument predstavuje základný návrh riešenia, ktorý obstarávateľ vytvoril tak, aby toto riešenie spĺňalo všetky požiadavky na služby definované v dokumente Príloha 01b - Definícia služieb zabezpečovania prevádzky, údržby a ďalšieho rozvoja riešenia LAN/WLAN a dátovej konektivity WAN.

Dokument rovnako popisuje požiadavky na kvalitu prevedenia zriadenia služieb na mieste ktoré je potrebné dosiahnuť.

## Projektový zámer

Hlavným cieľom Projektu Digitálna infraštruktúra škôl je splnenie vstupnej úrovne IKT štandardu pre pokrytie WiFi signálom a LAN zásuvkami. Tabuľka 2: Zoznam IKT požiadaviek uvádza úroveň IKT požiadaviek pre projekty financované z Investície 1, Komponentu 7 Plánu obnovy a odolnosti Slovenskej republiky:

| **Položka** | **Upresnenie** |
| --- | --- |
| **2 x LAN zásuvka pre učiteľa pre stolové PC** | LAN zásuvky musia byť voľné pre potreby učiteľa a poskytovať funkčné pripojenie;  relevantné len pre triedy v interiéri |
| **100% pokrytie WiFi (100Mb/s)** | na každom mieste určenom pre výučbu musí byť možnosť pripojenia rýchlosťou 100 Mb/s;  musí byť umožnené súčasné pripojenie takého počtu žiakov, pre ktorý je určená trieda (bez rýchlostnej garancie);  podmienky platia aj pre triedy v exteriéri, ktoré sú takto označené t.j. nie ad-hoc triedy v exteriéri;  v priestoroch, prostredníctvom ktorých sa prechádza od vchodu do budovy školy do triedy po logických a obvyklých trasách, musí byť možnosť pripojenia rýchlosťou 100 Mb/s |
| **WiFi pripojenie pre žiakov a hostí - externé osoby** | WiFi musí poskytovať samostatné siete pre žiakov a hostí pričom umožňuje pripojenie takého počtu hostí, ktorý je adekvátny veľkosti školy v rámci bežnej prevádzky |

Tabuľka 2: Zoznam IKT požiadaviek pre naplnenie vstupnej úrovne štandardu

## Cieľ projektu

Tento projekt má ambíciu vytvoriť moderné a flexibilné vzdelávacie prostredie, ktoré bude pripravené na plne funkčné vzdelávanie aj v digitálnom svete.

Primárnym cieľom projektu je splnenie nasledujúcich požiadaviek :

* **Bezpečná sieť**
  + Bezpečný prístup na internet
  + Riadenie prístupov k sieti
  + Filtrovanie nevhodného obsahu
  + A iné
* **WAN konektivita škôl a jej rozvoj:**
  + Funkčné a bezpečné pripojenie spĺňajúce kapacitné nároky škôl až k Centrálnemu uzlu
  + Dátová konektivita s dostatočnou šírkou pásma pri zohľadnení počtu používateľov školy a zvyšujúce sa nároky v priebehu poskytovania služieb
  + Záložná konektivita – záložné riešenie v prípade výpadku služby
* **Udržateľný prevádzkový model pre všetky školy a pre Ministerstvo školstva výskumu vývoja a mládeže SR (ďalej len: MŠVVaM SR, Ministerstvo, rezort)**
  + Zabezpečenie udržateľnej sieťovej prevádzky pre všetky školy
  + Prepájanie existujúcich LAN sietí škôl
  + Koncept Regionálnych Partnerov Škôl (RPŠ) ktorý preberá zodpovednosť za inštaláciu a prevádzku komplexných telekomunikačných služieb a údržby na školách. Zabezpečenie kvality dodávaním komplexnej služby inštalácie a prevádzky riešenia
* **Zabezpečenie trvalého rozvoja**
  + Doručovanie „roadmapy“ školských sietí, implementácia systémov a služieb pre podporu škôl integrovateľných cez centrálny uzol – cieľové riešenie.
  + eTEST, eMaturita, Digitálne učivo, integrácia Ministerských a školských systémov, atď.
  + Podpora digitálnej transformácie na všetkých školách.
  + Náhrada za službu EDUNET

## Technická koncepcia riešenia siete

Technická koncepcia projektu budovania komunikačnej infraštruktúry základných a stredných škôl vyžaduje zabezpečenie kvality a služieb v požadovanom štandarde pri súčasnom efektívnom nastavení dlhodobej E2E prevádzky týchto služieb a riadenia dodávateľov a kvality. Komplexné riešenie preto tvorí logicky a technicky závislé časti hierarchickej infraštruktúry, ktoré si vyžaduje dodávku riešenia tak aby bola dodaná dlhodobá a udržateľná interoperabilita riešenia na úrovni sietí a služieb s minimálnym trieštením zodpovedností za prevádzku služieb dodávaných škole a ministerstvu.

V neposlednom rade riešenie je navrhované minimálne ako plnohodnotná náhrada služby EDUNET s novými a vyššími nárokmi na služby a pokrok, kvalitu, priepustnosť, prevádzkovú efektivitu a budúci rozvoj.

Koncepcia implementácie siete veľkého rozsahu na celoslovenskej úrovni zohľadňuje potrebu škálovateľného hierarchického dizajnu. Cieľom hierarchického rozdelenia je aj dosiahnutie cieľa zabezpečovania služieb na všetkých školách v projekte v požadovanom štandarde, vďaka podpore viacerých hospodárskych subjektov. Distribúcia služieb regionálne a centrálne uľahčia dosiahnutie cieľov škálovateľnosť siete a prevádzku služieb vo vysokom štandarde a dosiahnutie kapacitných potrieb pre dodávku inštalácie.

Návrh implementácie a zabezpečovania služieb pozostáva z dvoch logicky samostatných ale úzko integrovaných celkov:

* Regionálnych partnerov škôl (RPŠ)
* Národného centrálneho uzla (NCU)

Požadované riešenie novej komunikačnej infraštruktúry musí byť zamerané na pokrytie nasledujúcich kľúčových oblastí a zabezpečenia nasledujúcich služieb pre školy:

* regionálne zabezpečovanie služieb LAN/WLAN/WAN konektivity s garantovanou úrovňou kvality služby,
* primárne centrálne zabezpečovanie služieb sieťovej bezpečnosti s garantovanou úrovňou kvality služieb a možnosťou centrálne riadenej homogenity bezpečnostných politík a ich nastavení v celej sieti s možnosťou riadenia sietí a jej prevádzky v mimoriadnych situáciách a pri zabezpečení jednorazových špecifických potrieb v celej sieti - vyžadovanie flexibility,
* predpoklady pre budúce centrálne zabezpečenie dátovej komunikácie s Dátovým centrom rezortu školstva, centrálnym sprístupňovaním aplikácii, systémov a služieb rezortu a priame pripájanie cloudových služieb do siete napríklad pre potreby:
  + digitálneho testovania (e-test),
  + distribúcie digitálneho obsahu na školy,
  + a iné,
* centrálny prístupu k Entra ID / k tenantom školy pre overovanie identity koncového používateľa pri centrálnom riadení prístupu požívateľov do siete LAN/WLAN pri prihlasovaní žiakov/pedagógov do LAN/WLAN danej školy cez školské a vlastné zariadenia pomocou Microsoft účtov,
* centrálne riadený bezpečný prístup na Internet s centrálnym zabezpečením bezpečnosti, monitorovania až na úroveň konkrétneho klienta a ďalších prvkov sieťovej bezpečnosti,
* centrálny Service Desk a SOC,
* centrálny reporting parametrov služieb, performance, SLA,
* monitoring sietí.

S ohľadom na uvedené oblasti, koncepcia novej architektúry siete musí klásť dôraz na:

* dostupnosť riešenia,
* bezpečnosť riešenia,
* rozšíriteľnosť riešenia.

Výsledky odborných diskusií a hľadania riešenia pre komplexný set požadovaných služieb a ich úroveň kvality dosahovanej v celoslovenskom meradle potvrdzujú nasledovné rozdelenie zodpovednosti RPŠ a CU za dodanie riešenia LAN/WLAN školám a poskytovanie služieb zabezpečovania prevádzky, údržby a ďalšieho rozvoja riešenia v školách regiónu

RPŠ bude zabezpečovať:

* Vybudovanie riešenia LAN/WLAN školy – dodávka, inštalácia, konfigurácia, aktívnych a pasívnych prvkov v škole, uvedenie siete do prevádzky a odovzdanie do používania.
* Poskytovanie služieb definovaných v Prílohe č. 1b - Poskytovanie služieb zabezpečovania prevádzky, údržby a ďalšieho rozvoja LAN/WLAN/WAN riešenia v školách regiónu, medzi ktoré patria kategórie služieb:
  + Služby zabezpečovania prevádzky riešenia LAN/WLAN
  + Služby zabezpečovania WAN konektivity školy
  + Služby manažmentu a monitoringu riešenia LAN/WLAN/WAN
  + Služby reportingu o stave a využívaní riešenia LAN/WLAN/WAN
  + Služby podpory prevádzky a údržby riešenia LAN/WLAN/WAN

CU bude zabezpečovať:

* Vybudovanie riešenia na rozhraní LAN/WAN – dodávka, konfigurácia CPE, uvedenie siete do prevádzky.
* Poskytovanie služieb sieťovej bezpečnosti
  + Služby riadenia prístupu používateľov k sieti
  + Služby centrálneho firewallu
  + Služby centrálneho filtrovania webového obsahu
  + Služby centrálnej aplikačnej kontroly
  + Služby centrálnej antivírusovej a antimalvérovej ochrany
  + Služby centrálnej IDS/IPS ochrany
  + Služby centrálnej ochrany proti DDoS
  + Služby spracovania a implementácie metodických usmernení
* Prevádzka sieťových služieb
  + Služby centrálneho pripájania do siete Internet
  + Služby centrálnej správy IP adries
  + Služby centrálnej správy LAN segmentov a WiFi SSID
  + Služby prepájania Centrálneho uzla do RPŠ, management CPE
  + Služby pripájania aplikácii/systémov rezortu
* Poskytovanie služieb monitoringu
* Služby centrálneho reportingu
* Služby SOC, centrálny Service Desk a prevádzkovej podpory
* centrálne riadenie prístupov do siete.

Na Obrázku 1 je zobrazený základný návrh architektúry siete s rozdelením medzi CU a RPŠ.

A computer screen shot of a computer

Description automatically generated

Obrázok 1: Základný/Rámcový návrh architektúry

# Aktuálny stav škôl

Na Slovensku bolo zrealizovaných niekoľko významných projektov zameraných na digitalizáciu školstva. Medzi najvýznamnejšie z týchto projektov patria Infovek, Digitálne učivo na dosah (DUD) a EDUNET. Každý z týchto projektov prispel k modernizácii školstva rôznymi spôsobmi.

**Infovek**

Cieľom Infoveku bolo pripojiť základné a stredné školy na internet, čím sa umožnil prístup k digitálnym zdrojom a online komunikácii. V rámci tohto projektu sa uskutočnili školenia pre učiteľov, aby mohli efektívne využívať nové technológie vo výučbe a zvýšiť digitálnu gramotnosť žiakov. Infovek neskôr prešiel do druhej fázy, Infovek 2, ktorá rozšírila pokrytie a vylepšila infraštruktúru. Po týchto projektoch sú školy vybavené základnými technológiami a majú prístup k internetu.

**Digitálne učivo na dosah (DUD)**

Projekt Digitálne učivo na dosah (DUD) sa zameriava na integráciu digitálnych technológií do vzdelávacieho procesu. Hlavným cieľom tohto projektu je poskytovať učiteľom a žiakom prístup k digitálnym vzdelávacím materiálom, ktoré sú interaktívne a prispôsobené pre použitie na rôznych digitálnych zariadeniach, ako sú počítače, tablety a interaktívne tabule. Projekt DUD tiež zahŕňa vytvorenie online platformy, kde sú všetky tieto materiály dostupné. Učitelia a žiaci sa môžu jednoducho prihlásiť a využiť množstvo dostupných zdrojov na prípravu a realizáciu vyučovacích hodín. Dôležitou súčasťou projektu je aj poskytovanie podpory pre učiteľov, aby mohli efektívne implementovať digitálne materiály do výučby.

**EDUNET**

Projekt EDUNET bol zahájený s cieľom vytvoriť modernú a bezpečnú sieť pre školy a školské zariadenia na Slovensku. Tento projekt nahradil predchádzajúci projekt Infovek a zameriaval sa na nasledujúce oblasti:

* Zabezpečenie internetového pripojenia
* Bezpečnosť a ochrana dát
* Vybudovanie LAN infraštruktúry
* Centralizovaný bod riadenia

Po realizácii spomínaných projektov sú školy čiastočne vybavené z hľadiska digitálnej infraštruktúry. Väčšina škôl má prístup k internetu, avšak sieťové vybavenie v školách môže byť rôznej kvality.

## Stav LAN infraštruktúry

Stav LAN infraštruktúry na školách je rôzny. Niektoré školy majú infraštruktúru a sieťové prvky dodané z projektov pre digitalizáciu školstva spomínaných v kapitole vyššie. O týchto zariadeniach sú dostupné informácie o ich počtoch, avšak tieto zariadenia sú často zastaralé a je nutné ich vymeniť s výnimkou zariadení z projektu EDUNET. V rámci projektu EDUNET boli na školy dodávané aktívne prvky – typicky jeden switch a niekoľko AP a firewall a taktiež bola dobudovaná kabeláž na školách. Informácie o počtoch aktívnych prvkov dodávaných z projektu EDUNET sú dostupné ako súčasť pasportizácie.

Veľké množstvo škôl má vybudovanú infraštruktúru z vlastných zdrojov, pričom o stave takto vybudovanej infraštruktúry nie sú dostupné informácie. Na základe obhliadok škôl sa zistilo, že táto infraštruktúra je často heterogénna a neposkytuje riešenie dostatočnej bezpečnosti či monitorovania.

## Stav konektivity škôl

Podobne ako infraštruktúra, aj typy internetového pripojenia sú v súčasnosti na školách rôzne. Veľká časť škôl má pripojenie poskytované z projektu EDUNET, ktoré bude Q4/2025 ukončené a nahradí ho pripojenie vybudované v rámci tohto projektu. Sú školy, ktoré majú vlastné internetové pripojenie hradené z vlastných zdrojov. Časť stredných a základných škôl má internetovú konektivitu poskytovanú združením SANET a časť škôl v piatich okresoch (Banská Bystrica, Trnava, Spišská Nová Ves, Snina (Humenné) a Banská Štiavnica) má dátovú konektivitu poskytovanú spoločnosťou NASES, ktoré bolo vytvorené v rámci projektu DUD. Tieto školy sú integrované do riešenia EDUNET.

## Typy škôl zapojených do projektu.

Do projektu je zapojených 3796 základných a stredných škôl z celého Slovenska. Materské školy a Centrá Voľného času nie sú súčasťou tohto projektu. Zapojené sú školy zo všetkých krajov v počtoch zobrazených v tabuľke 3. Počet škôl v jednotlivých krajoch Slovenska je rozložený pomerne rovnomerne. Čo sa týka druhu škôl zapojených do projektu, ide sa o základné, stredné školy/gymnázia a školy pre žiakov so špeciálnymi výchovno-vzdelávacími potrebami.

| **Kraj** | **Počet škôl** | **Počet škôl (%)** |
| --- | --- | --- |
| Banskobystrický | 452 | 11,9% |
| Bratislavský | 402 | 10,6% |
| Košický | 592 | 15,6% |
| Nitriansky | 472 | 12,4% |
| Prešovský | 737 | 19,4% |
| Trenčiansky | 310 | 8,2% |
| Trnavský | 361 | 9,5% |
| Žilinský | 470 | 12,4% |
| **Spolu** | **3796** | **100,0%** |

Tabuľka 3: Rozdelenie podľa krajov

## Kategorizácia škôl

Každá škola má priradené unikátne EDUID. Školy môžu byť kmeňové a spolu s kmeňovými školami sú organizované podradené školy. Celkový počet kmeňových škôl je 2920 pričom 2501 je práve jedna kmeňová škola. 419 kmeňových škôl má pod sebou 1 a viac podradených škôl.

Na Obrázku 2 sú zobrazené situácie, ktoré môžu nastať z hľadiska usporiadania škôl podľa kmeňa a adresy.

A diagram of a diagram of a diagram

Description automatically generated with medium confidence

Obrázok 2: Usporiadanie škôl

Najbežnejší a najjednoduchší prípad je, keď sa práve jedna kmeňová škola nachádza na práve jednej adrese [1]. Ďalší prípad je, že školy z rovnakého kmeňa môžu byť na viacerých adresách [2] a taktiež môže byť na jednej adrese viacero kmeňových škôl [3]. Podrobnejšie rozdelenie a popis prípadov škola vs. adresa sa nachádza nižšie:

Školy z rovnakého kmeňa môžu byť na:

* Jednej adrese v jednej budove.
* Jednej adrese vo viacerých budovách.
* Na viacerých adresách.

Každá škola (EDUID) je vždy organizačne pridelená na jednu adresu, avšak môže byť v rôznych budovách, ktoré sa nachádzajú na rôznych adresách. Takéto prípady sú ojedinelé a nie sú uvedené v pasportoch.

Na jednej adrese sa môže nachádzať:

* Jedna škola
* Viacero škôl z rôzneho kmeňa.
* Viacero škôl z jedného kmeňa.
* Viacero kmeňových škôl.

Všetky školy z rovnakého kmeňa bude obsluhovať 1 regionálny partner školy.

* Všetky prvky pasportu sú agregované na kmeňovú školu
* Objednávky sú robené za celý kmeň

Konektivita bude na kmeň a adresu. To znamená:

* N škôl z rovnakého kmeňa na jednej adrese = 1 konektivita
* N škôl z rovnakého kmeňa na M adresách = M konektivít
* N škôl z viacerých kmeňov na 1 adrese = N konektivít

V tabuľke 4 je zobrazené zhrnutie a výpočet celkového počtu WAN pripojení na základe rozdelenia škôl na kmene a adresy :

| **Parameter** | **Hodnota** |
| --- | --- |
| Počet škôl | 3 796 |
| Počet kmeňových škôl | 2 920 |
| Priemerný počet škôl v kmeni | 1,30 |
| Počet rôznych adries | 3 103 |
| Priemerný počet škôl na adrese | 1,22 |
| Počet WAN pripojení | 3 302 |
| Priemerný počet WAN pripojení na adr. | 1,06 |

Tabuľka 4: Prehľad kategorizácie škôl

## Pasportizácia škôl

Cieľom pasportizácie škôl bolo zmapovať a popísať súčasný stav a odhadnúť potrebný počet WiFi Access pointov, dĺžky LAN kabeláže, počet aktívnych a pasívnych prvkov na pokrytie škôl v rámci implementácie projektov Digitálne vybavenie škôl a Digitálna infraštruktúra škôl financovaných z Investície 1, Komponentu 7 Plánu obnovy a odolnosti Slovenskej republiky, aby boli v súlade s modelom vysoko vybavenej a prepojenej učebne (ďalej len „IKT štandard“) na vstupnej úrovni a v zmysle ďalších požiadaviek tohto projektu.

Pri návrhu spôsobu výpočtu, potrebného počtu aktívnych, pasívnych prvkov a rozmiestnenia AP musíme vychádzať zo zadaných vstupných podmienok a z toho vyplývajúcich možností a obmedzení. Ide najmä o počet škôl, dostupné dáta o každej zo škôl, časový a rámec a organizačné obmedzenia. Samozrejme cieľom je splnenie IKT štandardu a ďalších požiadaviek pri maximálnej možnej efektivite. Vybraný postup musí v krátkom čase poskytnúť počty prvkov pre všetky predmetné školy, dáta o školách sú len obmedzené, niektoré sú dostupné pre všetky školy, niektoré len pre časť škôl.

Tabuľka 5 uvádza zoznam dostupných dát a ich zdroj. Zdroj MŠVVaM SR znamená že boli poskytnuté Ministerstvom školstva, zdroj GM znamená že boli získané z Google máp – tieto sú dostupné pre všetky školy. Ďalšie dáta boli získané z dotazníkového prieskumu realizovaného v decembri 2023, dotazník bol zaslaný na všetky školy, avšak odpovedala len časť škôl.

| **Údaj** | **Zdroj** | **Dostupnosť pre všetky školy** |
| --- | --- | --- |
| Počet žiakov školy | MŠVVaM SR | áno |
| Počet učební školy | MŠVVaM SR | áno |
| Počet učební informatiky | MŠVVaM SR | áno |
| Počet špeciálnych učební | MŠVVaM SR | áno |
| Počet študovní | MŠVVaM SR | áno |
| Počet pedagogických zamestnancov | MŠVVaM SR | áno |
| Počet odborných zamestnancov | MŠVVaM SR | áno |
| Počet nepedagogických zamestnancov | MŠVVaM SR | áno |
| Adresa | GM | áno |
| Zemepisné súradnice | GM | áno |
| Linka na google maps | GM | áno |
| Počet budov | GM | áno |
| Počet podlaží | GM | áno |
| Typ budovy | GM | áno |
| Tvar budovy | GM | áno |
| Uhlopriečka budovy [m] | GM | áno |
| Počet budov | Dotazník | nie |
| Plocha [m2] | Dotazník | nie |
| Výkresy alebo iná stavebná dokumentácia | Dotazník | nie |

Tabuľka 5: Prehľad dostupných dát a ich zdroj

Okrem vyššie uvedených dát sme získali u časti škôl aj pôdorysy budov. Zaslané pôdorysy sú vo všeobecnosti ťažko využiteľné, nakoľko neobsahujú nutné vstupy, ako napr.:

* Mierka – nevieme rozmery a vzdialenosti
* Označenie miestností – nevieme čo je učebňa, sklad, kabinet apod. a teda či ju treba pokryť alebo nie
* Materiál a hrúbka stien

Získané pôdorysy niektorých budov sme využili na spresnenie koeficientov vo výpočtoch pri navrhovanom postupe a tiež na testovanie navrhovaných výpočtov na malej vzorke škôl.

Pre každú kmeňovú školu bude dostupný pasport v ktorom budú dostupné nasledovné informácie :

**Základné údaje o škole**

Základné informácie o škole akými je identifikátor, stav, názov, adresa, druh a zriaďovateľ a taktiež prehľad škôl v spoločnej skupine (spoločnom kmeni). Taktiež sú v tejto časti popísané (ak sú dostupné) údaje získané údaje z google maps a čiastočne z dotazníkového zberu.

**Charakteristika súčasného stavu**

Súčasťou charakteristiky súčasného stavu sú základné kontextové informácie ako :

* počet žiakov,
* počet pedagogických pracovníkov,
* počet učební,
  + počet učební spolu,
  + počet exteriérových učební,
  + počet učební informatiky,
  + počet študovní.

Taktiež sú tu uvedené informácie súvisiace aj s dodávkou IT vybavenia, ktorá sa týka projektu pre dodanie IKT a informácie o sieťovom vybavení, konkrétne o tom, aké prvky a aký počet má škola z projektu EDUNET.

Počet jednotlivých prvkov vybavenia je uvedený ako počet použiteľných/všetkých prvkov. Použiteľné prvky sa označujú zariadenia, ktoré majú menej ako 4 roky.

Prvky sieťového vybavenia, popísané v pasporte:

* počet WiFi AP,
* počet switchov,
* počet LAN zásuviek,
* dátová kabeláž.

**WAN konektivita škôl zo spoločného kmeňa:**

V tejto časti sú poskytnuté informácie o tom, aký typ internetovej konektivity daná škola má.

* Konektivita poskytovaná MŠVVaM SR alebo MV SR (z projektov EDUNET, DUD...)
  + Ak má škola konektivitu zavedenú v rámci projektu EDUNET, je dostupná informácia o tom, aký rýchlostný profil škola má.
* Vlastná konektivita
  + Informácie o prenosovej kapacite, type linky pre primárnu a ak škola má, aj pre záložnú konektivitu.

# Základný model riešenia LAN/WLAN lokality školy

Na základe dostupných informácií o školách, ktoré boli získavané v rámci pasportizácie a s ohľadom na osvedčené riešenia v telekomunikačnej praxi obstarávateľ navrhuje základnú LAN/WLAN architektúru pre školu. Tento návrh nezohľadňuje špecifické potreby škôl, ale je navrhnutý tak, aby riešenie splnilo požiadavky na každej škole. Špecifické potreby škôl musí RPŠ zohľadniť pre jednotlivé školy individuálne.

Riešenie musí zohľadňovať požiadavku na navyšovanie priepustnosti WAN pripojenia o 15% prenosovej kapacity ročne do dosiahnutia kapacity 1 Gbps.

Odporúčaný základný model riešenia LAN/WLAN môže byť v lokalite školy optimalizovaný, pričom obstarávateľ požaduje dlhodobo dosahovať požiadavky na služby a hodnoty parametrov služieb definovaných v Prílohe 01b opisu predmetu zákazky. Úspešný uchádzač preto môže v lokalite školy použiť také špecifikácie aktívnych prvkov riešenia ktorými dosiahne požiadavky podľa Prílohy 01b nielen pri akceptácii zriadenia služieb ale bude ich napĺňať počas dlhodobej prevádzky riešenia.

Zriadenie služieb na škole a teda vybudovania riešenia na škole podlieha akceptačnému testovaniu zameranému na overenie, či nainštalované a nakonfigurované riešenie LAN/WLAN/WAN spĺňa všetky definovane požiadavky na služby a hodnoty merateľných parametrov, požiadavky a teda spĺňa kritéria pre spustenie prevádzky požadovaných služieb. Požiadavky plynú zo zadania podľa Tabuľka 2: Zoznam IKT požiadaviek pre naplnenie vstupnej úrovne štandardu, ktoré musí byť dosiahnuté na každej škole.

Riešenie musí rovnako zohľadňovať požiadavky na inštaláciu uvedené v tomto dokumente.

## Architektúra riešenia LAN/WLAN

Architektúra LAN je navrhnutá tak, aby boli splnené požiadavky IKT:

* 2 x LAN zásuvka pre učiteľa pre stolové PC
* 100% pokrytie WiFi (100Mb/s)
* WiFi pripojenie pre žiakov a hostí -externé osoby

Okrem splnenia hlavných IKT požiadaviek je potrebné infraštruktúru vybudovať tak, aby bolo možné pripojenie pre zariadenia vo vlastníctve školy, a taktiež pre periférne zariadenia ako tlačiarne, skenery. Taktiež je potrebné aby všetky zariadenia boli manažovateľné Regionálnym Partnerom Školy.

V rámci riešenia uvažujeme s dodaním a inštaláciou aktívnych aj pasívnych prvkov a inštalačných prác. Medzi aktívne prvky patria vnútorné a vonkajšie AP a switche a medzi pasívne patria zásuvky RJ45 , kabeláž a dátové rozvádzače, taktiež je v rámci inštalačných prác potrebné dodať inštalačný materiál ako sú káblové lišty a drobný inštalačný materiál .

Všeobecná schéma riešenia LAN/WLAN zobrazená na Obrázku 3. znázorňuje základnú architektúru školy. Základom infraštruktúry je centrálny rozvádzač, ktorý býva spravidla umiestnený v serverovni školy, prípadne v miestnosti na to určenej. V centrálnom rozvádzači sa bude nachádzať CPE zariadenie dodávané Centrálnym Uzlom z ktorého bude zabezpečený prechod do siete WAN. K CPE bude pripojený hlavný switch.

Z hlavého switchu budú pripájané chodbové switche, ktoré budú umiestnené v pomocnom malom rozvádzači. V prípade ak vzdialenosť medzi switchmi bude prevyšovať 100m, budú prepájané optickým káblom.

Z chodbových switchov budú pomocou technológie PoE pripájané AP. Pripojenie AP bude realizované samostatne káblom, tak že pri každom AP je RJ45 koncovka, v ktorej bude ukončené pripojenie chodbového switchu. Ku koncovke bude AP pripojený priamo alebo pomocou patch kábla zo samostatnej zásuvky 1xRJ45 určenej pre AP. AP je inštalované na stene alebo strope. Ďalej budú z chodbových switchov napájané zásuvky 2xRJ45, ktoré budú v každej učebni.

V každej PC učebni sa bude nachádzať switch, ktorý bude slúžiť na pripájanie PC v učebni. Tento switch bude taktiež umiestnený v malom pomocnom rozvádzači.

Vzdialené budovy, ktoré sa nachádzajú v jednom areáli na rovnakej adrese budú prepojené optickým vedením. Vo vzdialenej budove sa bude nachádzať malý pomocný rozvádzač v ktorom bude umiestnený chodbový switch, ktorý bude prepojený s centrálnym switchom.

Základný model zohľadňuje pri budovaní LAN siete požiadavku požívať kabeláž na škole ktorá musí byť schopná v budúcnosti podporovať rýchlosti 10 Gbit/s. Z tohto dôvodu je v prípade inštalácie metalickej kabeláže požadovaná minimálne Cat6A a v prípade potreby inštalácie optickej kabeláže môže byť použitá OM4 ak to maximálna vzdialenosť Switch-Switch umožňuje.  V lokalitách kde je potrebné prepojiť budovy školy v rámci jedného areálu môže budovať prepoj aj napríklad závesnou optikou spĺňajúcou požiadavky pre závesnú optiku alebo ak to v lokalite nie je prípustne po dohode s oprávnenou osobou školy použiť alternatívny prepoj samostatných budov v rámci areálu školy.

Budovy školy, nachádzajúce sa na inej adrese budú mať samostatnú WAN konektivitu a prepojenie bude realizované vhodnou technológiou v sieti RPŠ.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Obrázok 3: Vzorová architektúra riešenia na škole

## Návrh a výpočet aktívnych prvkov

Návrh a výpočet všetkých prvkov architektúry ako aj prác sa odvíja od počtu pripájaných bodov na danej škole. Celkovým počtom pripájaných bodov na škole je súčet všetkých AP a všetkých RJ45 zásuviek, pritom počet AP zodpovedá požiadavke na tzv. "100% pokrytie WiFi signálom" a počet LAN dvoj-zásuviek zodpovedá počtu učební (interiérových) konkrétnej školy.

### Wifi Access Point

Aby bolo zabezpečené pokrytie priestorov školy WiFi signálom, požadujeme, aby RPŠ dodal WiFi AP:

* pre vnútorné priestory,
* pre vonkajšie priestory

**Výpočet počtu AP**

Keďže podlahové plány nie sú dostupné pre všetky školy, nebolo možné na základe nich vypočítať počet a rozmiestnenie AP a preto sa pristúpilo k riešeniu, ktoré počíta s priemernou plochou učebne, chodieb a ostatných priestorov a priemernou plochou pokrytia AP. Počet učební bol dostupný pre každú školu. Uvažovalo sme aj s tým, či je budova historická alebo moderná, pričom pri historickej budove sme počítali s horšou priepustnosťou cez steny a tým pádom bola plocha, ktorú pokrýva 1 AP menšia. Pre exteriérové učebne sa bude počítať s jedným AP na jednu exteriérovú učebňu.

Pri výpočte odhadované počtu potrebných WiFi AP sme vychádzali primárne z plochy, ktorú je potrebné pokryť signálom a plochy ktorú dokáže pokryť jeden AP.

Dosah WiFi AP závisí od mnohých faktorov vysvetlených nižšie. Podstatné je, že pre fungujúce pripojenie je nutné obojsmerné spojenie (duplex), čiže nielen v smere od AP ku koncovému zariadeniu ale aj v smere od koncového zariadenia k AP. Smer download (AP->koncové zariadenie) je obvykle prevažujúci (konzum obsahu), avšak pri niektorých aplikáciách je vyrovnaný (napr. videohovor). Zvyšovaním výkonu AP (ktorý je ale regulovaný) teda nemusí prísť k zlepšeniu pocitovej alebo meranej kvality pripojenia koncového zariadenia – aj koncové zariadenie (mobil, tablet apod.) musí vysielať dostatočným výkonom smerom ku AP aby ho bol schopný AP prijať.

Dosah WiFi Access Pointu za ideálnych podmienok - to znamená v otvorenom priestore bez prekážok alebo rušenia - môže dosiahnuť vzdialenosť približne 100 metrov. V interiéri, kde môžu byť steny, dvere, nábytok a iné prekážky, dosah klesá. V bežnej domácnosti, škole alebo kancelárii môže byť dosah WiFi približne od 30 do 50 metrov. Najväčší výrobcovia WiFi AP uvádzajú dosah nasledovne: väčšina prístupových bodov je schopná pokryť plochu 95-185 m2, vyššia hodnota je platná pri voľnom šírení (priama viditeľnosť) nižšia v prípade prekážok (steny atď.). Dosah nie je ostro ohraničený, ale prvých 5-10 metrov je spojenie najvyššej kvality, ďalej postupne klesá a v istej vzdialenosti sa stáva nepoužiteľným.

Vždy je dôležité pamätať na to, že tieto vzdialenosti sú približné a skutočný dosah môže byť ovplyvnený mnohými faktormi, vrátane kvality zariadenia, frekvencie (2,4 GHz vs 5 GHz), umiestnenia Access Pointu, fyzických prekážok a interferencií s inými elektronickými zariadeniami.

**Vo všeobecnosti dosah WiFi AP závisí od nasledovných faktorov:**

* Veľkosti a tvaru budovy: Čím väčšia a zložitejšia je budova, tým viac Access Pointov môže byť potrebných.
* Materiálov použitých v budove: Niektoré materiály (napríklad betón alebo kov) môžu blokovať alebo oslabovať WiFi signál, čo znamená, že budete potrebovať viac Access Pointov.
* Počtu a typu zariadení pripojených k sieti: Ak máte veľa zariadení alebo zariadenia, ktoré vyžadujú veľkú šírku pásma (napr. pre videokonferencie), môže byť potrebných viac Access Pointov.
* Požadované rýchlosti a kvalita pripojenia: Ak potrebujete rýchle a spoľahlivé pripojenie po celom objekte, budete pravdepodobne potrebovať viac Access Pointov.
* Interferencie a rušenie spôsobené inými vysielacími a elektronickými zariadeniami v predmetnom priestore
* Vzdialenosť medzi AP a koncovým zariadením (sila signálu neklesá lineárne ale exponenciálne, čiže v dvojnásobnej vzdialenosti je sila signálu približne štvrtinová)

Pre pokrytie viacerých miestností oddelených stenami je nutné brať do úvahy materiál steny, od ktorého závisí útlm signálu a teda aj kvalita pokrytia a dosah AP. Útlm závisí od materiálu steny, jej hrúbky a tiež od frekvenčného pásma (v našom prípade 2,4 a 5GHz).

Ideálny spôsob, ako určiť, koľko Access Pointov bude potrebné, je vykonať site survey alebo analýzu pokrytia WiFi siete. Ide o podrobnú analýzu, ktorá zahŕňa meranie WiFi signálu v rôznych častiach budovy a simuláciu pokrytia WiFi siete. Táto možnosť je vzhľadom na časovú, personálnu a organizačnú náročnosť pri danom počte škôl v danom čase nerealizovateľná.

Ďalšou možnosťou je využitie špecializovaného SW nástroja. Tieto SW nástroje umožňujú mapovanie existujúceho pokrytia, analýzu možností zlepšenia pokrytia ako aj plánovanie nového pokrytia. Základom je vždy vloženie pôdorysu budovy a SW na základe umiestnenie WiFi AP vypočíta a zobrazí predpokladané pokrytie „WiFi Heatmap“. Na obrázkoch nižšie sú príklady práce s takýmto SW nástrojom.

SW nástroje na modelovanie pokrytia ponúkajú aj samotní výrobcovia WiFi AP, iné nástroje sú univerzálne, niektoré zdarma a niektoré platené. Nutným predpokladom využitia týchto nástrojov je:

* nakreslenie pôdorysu budovy (vektorový formát – obrázok alebo PDF je možné použiť len ako podklad a steny je následne nutné jednotlivo zadávať)
* správne určenie mierky
* určenia hrúbky a materiálu každej steny
* určenie ktoré miestnosti a priestory majú byť pokryté a ktoré nie
* Niektoré z nástrojov vyžadujú manuálne rozmiestnenie AP a nástroj následne vypočíta a zobrazí odhadované pokrytie vo forme heatmapy, niektoré nástroje (napr. Kahanu) sú schopné sami navrhnúť optimálne rozmiestnenie AP.

Pre naše využitie vo fáze návrhu celkového počtu AP je prakticky nerealizovateľné zozbieranie všetkých pôdorysov budov v potrebnej kvalite a ich prekresľovanie do nástroja. Využitie SW nástroja je možné vo fáze realizácie, kedy firma realizujúca inštaláciu po získaní potrebných vstupov (vzdialene alebo obhliadkou/zameraním na mieste) vloží vstupy do SW nástroja a využije ho na simuláciu predpokladaného pokrytia.

**Odhad na základe dostupných dát:**

Pri tomto postupe využijeme len dostupné dáta, z ktorých na základe matematických výpočtov odhadneme potrebný počet AP. Tento postup samozrejme vyprodukuje len odhady s istou mierou nepresnosti, avšak vzhľadom na spomenuté dostupné dáta, rozsah, časový a organizačný rámec je jediný realistický. Odhad môžeme zlepšiť spresnením koeficientov vo vzorcoch podľa výpočtov na menšej vzorke kde máme lepšie dostupné dáta a tiež ich môžeme využiť testovanie navrhnutých prepočtov.

Na základe vyššie uvedeného bol ako jediný reálny prístup zvolený výpočet s využitím dostupných dát. Počet potrebných AP záleží najmä od:

* Počtu učební
* Veľkosti učební
* Počtu žiakov
* Veľkosti školy
* Počtu budov školy
* Veľkosti chodieb
* Počtu poschodí
* Materiálu a hrúbky stien
* Plochy nepokrývaných priestorov školy

Všetky tieto dáta však nie sú dostupné, máme len časť z nich pre všetky školy a niektoré pre časť škôl, ako je uvedené vyššie. Pri výpočte počtu AP budeme vychádzať z odporúčaní výrobcov o ploche pokrytej 1 AP a tiež z najlepšej praxe podľa oslovených expertov pre túto oblasť. Výpočty budeme testovať a potvrdzovať pomocou škôl kde máme všetky dáta dostupné. Z GM máme uhlopriečku objektu (presnejšie vzdialenosť najvzdialenejších bodov) avšak vzhľadom na rôzne tvary budov a zahrnuté rôzne objekty (na GM nevidieť čo je z toho škola, materská škola, internát, atď.) by takto vypočítaná plocha bola veľmi nepresná.

Z analýzy zaslaných pôdorysov škôl v rámci dotazníkového prieskumu sme zistili pomerne malý rozptyl plôch učební – učebne majú na školách veľmi podobnú plochu, počet učební je známy a preto navrhujeme pri výpočte plochy pre pokrytie AP vychádzať z priemernej plochy učebne a známeho počtu učební na škole.

Celková plocha budovy zahŕňa aj plochy priestorov ktoré nie je potrebné pokryť (WC, šatňa, sklad, kabinet...) avšak vzhľadom na to, že sa môžu nachádzať aj vedľa/medzi pokrývanými priestormi (učebňami), je nutné tieto plochy uvažovať vo výpočte. Všetky podlahové plochy pre výpočet sme rozdelili do 3 skupín:

* Učebne – nutné pokryť.
* Chodby a schodiská (priestory prostredníctvom ktorých sa prechádza od vchodu do budovy školy do triedy) – nutné pokryť
* Ostatné (šatne, WC, kabinet, sklad...) – nie je nutné pokryť avšak budú čiastočne pokryté.

Na základe vzorky 207 učební podľa zaslaných pôdorysov z dotazníkového prieskumu sme určili priemernú plochu učebne 55,7m2. Túto hodnotu sme použili ako základ pre ďalšie výpočty. Plochu chodieb a schodísk nevieme určiť ako priemernú plochu chodby krát počet chodieb, avšak plocha chodieb podľa analyzovaných pôdorysov silne koreluje s plochou učební a preto sme na analyzovanej vzorke vypočítali, aká plocha chodby priemerne pripadá na plochu učební. Na 1m2 učebne pripadá v priemere 0,58m2 plochy chodieb. Obdobne sme vypočítali, že na 1m2 učebne pripadá v priemere 0,6m2 plochy ostatných priestorov, ktoré nie je nutné pokryť, ale keďže sa nevieme vyhnúť ich pokrytiu, budú čiastočne pokryté. Ak by boli učebne vždy pri sebe, pravdepodobne by bolo možné ich pokrytie menším počtom AP. Je teda zrejmé, že umiestnenie týchto ostatných priestorov má vplyv na pokrytie, ale ich polohu, presný pôdorys v tejto fáze nemáme k dispozícii. Preto budeme pre ďalšie výpočty uvažovať, že tieto plochy pokryjeme v priemere na 50%.

Tento spôsob odhadu plochy sme overili na menšej vzorke približne 1000 škôl, u ktorých sme získali dotazníkom plochu udávanú zástupcom školy. Tieto plochy sme porovnali s odhadovanou vypočítanou plochou a celkový rozdiel plôch je menší ako 20%, čo je pre tento orientačný výpočet prijateľná odchýlka.

Do počtu učební je potrebné zahrnúť počet bežných učební, špeciálnych učební, študovní a telocviční.

Na základe odporúčaní výrobcov budeme uvažovať plochu na 1 AP 175m2. Počet potrebných AP potom určíme vydelení plochy 175 a zaokrúhlením nahor. Výpočet platí pre bežnú budovu, pre historickú budovu s menej priepustnými múrmi je potrebné uvažovať vyšší počet AP, čo sme docielili znížením plochy na 1 AP na 120m2.

Tiež je potrebné zvážiť obmedzenie počtom žiakov na 1 AP. Výpočet vyššie vedie k približne 1AP na 1,7 učebne. Maximálny počet žiakov v triede stanovuje § 29 a § 33 Zákona č. 245/2008 Z. z., pre základné školy 24-29 žiakov a pre stredné školy 31 žiakov. Aj pri maxime 31 žiakov na učebňu sa dostaneme k priemeru približne 52 žiakov na 1 AP, čo je primerané a nemalo by byť pre tento projekt obmedzujúce.

### Switch

Z dôvodov prepojenia WiFi AP a taktiež RJ45 zásuviek, ktoré musia byť minimálne 2 v každej učebni, je potrebné v architektúre uvažovať s viacerými switchmi.

**Výpočet počtu switchov**

Pri výpočte odhadovaného počtu switchov sme vychádzali z potrebného počtu ethernet zásuviek pre pripojenie AP (interných aj externých) a ethernet zásuviek v triedach. Naviac sme uvažovali s rezervou 4 zásuvky na každý switch pre pripojenie iných existujúcich zariadení školy a tiež ako rezervu pre ďalší rozvoj. Školy sme rozdelili podľa počtu učební do 3 kategórií: malá škola do 7 učební vrátane, kde postačuje jeden 24-portový switch, stredne veľká škola do 38 učební, kde postačuje ako centrálny switch s 24 portami a 4 optickými portami a veľká škola s viac ako 38 učebňami kde bude potrebný centrálny switch s viac ako 4 optickými portami. Nakoľko AP budú potrebovať napájanie, switche uvažujeme s POE, okrem switchov pre IT učebne, kde POE nie je potrebné. Celkovo teda uvažujeme nasledovné kategórie switchov:

|  | **Počet portov** | | | **poznámka** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ethernet bez POE** | **Ethernet s POE** | **Optický** |
| **SWITCH 24POE+4OPT** | 0 | 24 | 4 | hlavný pre stredne veľkú školu, chodbový |
| **SWITCH 24OPT** | 0 | 0 | 24 | hlavný pre veľkú školu |
| **SWITCH 24ETH** | 24 | 0 | 0 | IT učebňa |
| **SWITCH 24POE** | 0 | 24 | 0 | malá škola |
| **SWITCH 8ETH+OPT** | 0 | 8 | 2 alebo 4 | vzdialená malá budova alebo učebňa |

Tabuľka 6: Kategórie switchov

Pre zjednodušenie obstarávania aj prevádzky a servisu sme uvažovali najmä 24-portové switche. Pri výpočte sme najprv spočítali celkový počet potrebných ethernet portov a ten vydelili 20 (4 ostávajú ako rezerva). Prepojenie switchov v rámci školy sme uvažovali optikou a následne vypočítali potrebný počet SFP modulov.

### Firewall

Firewall počítame jeden na kmeňovú školu na spoločnej adrese, v prípade viacerých adries na každú adresu jeden.

## Návrh a výpočet pasívnych prvkov

RPŠ bude dodávať na školu okrem AP a switchov aj pasívne prvky potrebné pre správne fungovanie LAN/WLAN infraštruktúry.

### Kabeláž

Pre prepojenie aktívnych prvkov a koncových staníc je potrebné vybudovať štruktúrovanú kabeláž. Inštalačný štandard je bližšie popísaný nižšie.

**Ethernetová kabeláž**

Pomocou ethernetových káblov sa budú prepájať chodbové switche s koncovými stanicami, ako sú AP a RJ45 zásuvky. Samotné switche je vhodné prepájať ethernetovými káblami len v prípade, že vzdialenosť medzi nimi menšia ako 100m.

**Optická kabeláž**

Pomocou optických káblov navrhujeme prepájať chodbové switche a všetky prepoje, ktorých vzdialenosť prevyšuje 100m.

**Výpočet dĺžky kabeláže**

**Vstupné podmienky a dostupné dáta a možné prístupy:**

Pre odhad dĺžky kabeláže platia obdobné predpoklady, dostupné dáta a možné postupy ako pre WiFi AP. Vzhľadom na vyššie uvedené stanovíme predpokladanú dĺžku kabeláže na základe výpočtu z dostupných dát. Navrhovaný výpočet sme overili na niekoľkých modelových príkladoch.

**Navrhovaný postup:**

Výpočet potrebnej dĺžky LAN kabeláže bude závisieť od potrebného počtu LAN zásuviek, počtu pripojených AP a či vystačíme s jedným centrálnym switchom alebo budeme budovať stromovú topológiu s viacerými switchmi napr. na každom poschodí. Základný výpočet platí pre menšiu a/alebo jednopodlažnú budovu a hviezdicovú topológiu kabeláže– t.j. všetky káble pre všetky AP a LAN zásuvky vedené z jedného bodu – centrálneho switchu v centrálnom racku. Pre väčšie budovy je takýto prístup neefektívny a je obvyklé zavedenie stromovej topológie – z centrálneho switchu je vedený jeden kábel pre každú AP/LAN zásuvku na danom poschodí a pre každé ďalšie poschodie pôjde len 1 kábel a na poschodí bude switch pre dané poschodie. Obdobne pre nízku ale rozľahlú budovu (napr. 20 učební na poschodí) budeme do vzdialenejšej časti budovy uvažovať len 1 kábel a tam umiestime switch pre kabeláž v tej časti budovy. Budeme uvažovať štandardný 24-portvý switch, z ktorého využijeme 20 portov a 4 ponecháme ako rezervu na budúci rozvoj (ďalšia učebňa, potrebná ďalšia LAN zásuvka, AP, kamera apod.).

**Výpočet sme teda rozdelili na menšie školy do 8 učební a väčšie s 8 a viac učebňami:**

1. **Škola s menej ako 8 učebňami**

Dĺžku kabeláže v rámci budovy budeme počítať ako počet AP (z predchádzajúcej kapitoly) plus počet Ethernet zásuviek vynásobený priemernou dĺžkou kábla. Výslednú dĺžku ďalej percentuálne navýšime o rezervu na nutné predĺženie zo špecifických lokálnych dôvodov (obchádzanie prekážok apod.). Priemernú dĺžku kábla sme odhadli ako polovicu dĺžky kábla na prepojenie najvzdialenejších bodov na poschodí budovy. Keďže nevieme presný pôdorys budovy, ani trasu pre vedenie káblov, ktorá bude možná v danej budove, musíme uvažovať najhorší variant, že rack so switchom bude v rohu budovy a najvzdialenejší AP alebo Ethernet zásuvka bude v opačnom rohu budovy. Tiež musíme uvažovať vedenie kábla rovnobežne so stenami budovy (nie najkratšou trasou šikmo). Plochu odhadneme z počtu učební na poschodí obdobne ako vyššie použijeme priemernú plochu učebne a prislúchajúcu plochu chodieb, schodísk a ďalších priestorov ako sme uvažovali vyššie. Ďalej je potrebné pridať rezervu pre vertikálne vedenie kábla v rámci poschodia – ak je napr. switch umiestnený v racku pri zemi, kabeláž je vedená pod stropom a následne k LAN zásuvke musí prekonať vzdialenosť od stropu do príslušnej výšky nad podlahou.

1. **Škola s 8 a viac učebňami**

Výpočet bude obdobný ako pre menšiu školu, avšak budeme uvažovať ďalšie switche pre jednotlivé poschodia alebo často budovy/areálu podľa počtu učební. Káble budeme počítať ako káble od swichu k priamo pripojeným AP/LAN zásuvkám a potom káble od centrálneho switchu k ďalším switchom. Dĺžku kabeláže k najbližšiemu switchu vypočítame ako počet AP (z predchádzajúcej kapitoly) plus počet Ethernet zásuviek vynásobený priemernou dĺžkou kábla. Priemernú dĺžku kábla odhadneme pomerne z dĺžky kábla na prepojenie najvzdialenejšej AP/LAN zásuvky k switchu. Nevieme presný pôdorys budovy, ani trasu pre vedenie káblov, ktorá bude možná v danej budove, avšak v tomto prípade (na rozdiel od predchádzajúceho prípadu malej školy) môžeme uvažovať vhodnejšie umiestnenie switchu voči pripájaným AP a LAN zásuvkám. Tiež musíme uvažovať vedenie kábla rovnobežne so stenami budovy (nie najkratšou trasou šikmo). Plochu odhadneme z počtu učební na 1 switch, pre 24-portový switch vychádza 8 učební (16LAN zásuviek + 5 AP), potom obdobne ako vyššie, použijeme priemernú plochu učebne a prislúchajúcu plochu chodieb, schodísk a ďalších priestorov ako sme uvažovali vyššie. Keďže nevieme, či má škola tvar štvorca alebo aký pomer strán obdĺžnika, budeme uvažovať najhorší prípad, najužší obdĺžnik. Priemerná dĺžka kábla budeme potom počítať ako tretinu z najdlhšej (najhorší prípad by bola polovica – switch v jednom rohu, ideálna by bola štvrtina, switch v strede, čo sa nemusí vždy podariť), ktorá je súčtom strán tohto obdĺžnika. Ďalej je potrebné pridať rezervu pre vertikálne vedenie kábla v rámci poschodia – ak je napr. switch umiestnený v racku pri zemi, kabeláž je vedená pod stropom a následne k LAN zásuvke musí prekonať vzdialenosť od stropu do príslušnej výšky nad podlahou. Ešte ostáva odhadnúť dĺžky káblov medzi centrálnym switchom a ostatnými. Toto odhadneme ako počet káblov krát priemerná dĺžka kábla k switchu. Počet káblov je rovný počtu pripojených switchov. Umiestnenie tohto switchu nemusíme uvažovať v najvzdialenejšom bode, nakoľko káble od neho pôjdu k najvzdialenejšej AP/LAN zásuvke. K tejto dĺžke už nie je treba pripočítavať výšku poschodí, nakoľko počíta najhorší prípad rozľahlej jednopodlažnej školy. V prípade viacerých podlaží bude dĺžka kábla menšia, čím získame istú rezervu.

**Patch káble**

Krátke patch káble slúžia pre prepojenie v rámci racku, Ich počet sme určili podľa počtu použitých portov na switchoch.

### Káblové lišty

Okrem samotných káblov, je potrebné inštalovať káblové lišty. Odhad potrebnej dĺžky káblových líšt bude len približný, nakoľko nevieme vopred topológiu vedenia káblov v budove, ktorá bude známa až po obhliadke a dohode na mieste. Dĺžka káblových líšt samozrejme bude menšia ako dĺžka káblov, nakoľko od switchu bude prvých niekoľko metrov vedených všetkých napríklad 20 káblov spolu v jednej lište a po určitých vzdialenostiach sa oddelí 1 až 3 káble pre učebňu, LAN zásuvky, AP, prípadne sa zväzok rozdelí na dve vetvy (chodba vľavo, chodba vpravo) alebo iné možnosti. Náklad na káblovú lištu je však minimálny, preto táto nepresnosť nebude mať podstatný vplyv na rozpočet projektu. Pri odhade potrebnej dĺžky líšt sme postupovali tak, že sme navrhli vedenie káblov na modelovom príklade, spočítali potrebnú dĺžku líšt a vyjadrili ju ako pomer k celkovej dĺžke kabeláže. Lišty uvažujeme v dvoch veľkostiach, hrubšiu pre max 25 káblov a tenšiu pre max 5 káblov.

### Dátové zásuvky

Dátová zásuvka 2x RJ45 (pre učebne): Počet je rovný počtu učební.

### Rozvádzač centrálny

Centrálny rozvádzač počítame jeden na kmeňovú školu na spoločnej adrese, v prípade viacerých adries na každú adresu jeden,

### Rozvádzač pomocný

Pomocný rozvádzač počítame jeden na každý ďalší switch na škole (okrem prvého switchu, ktorý bude v centrálnom rozvádzači).

### Ďalší pomocný inštalačný materiál

Pomocný inštalačný materiál počítame na jeden prípojný a bod a jeden meter lišty. Ide napríklad o skrutky, hmoždinky podľa materiálu steny, drobný inštalačný materiál pre káblové lišty apod.

V riešení uvažujeme s dátovými dvoj zásuvkami 2xRJ45, ktoré sa budú nachádzať v každej učebni a taktiež dátovými zásuvkami 1x RJ45, ktoré budú slúžiť na pripájanie AP.

V návrhu uvažujeme s dvomi typmi dátových rozvádzačov. Centrálny rozvádzač bude jeden pre každú školu a bude sa v ňom nachádzať CPE, switch a iné sieťové prvky. Pomocný (malý) rozvádzač bude pre každý iný switch.

## Návrh a výpočet inštalačných a konfiguračných prác

**Práca - inštalácia siete LAN/WLAN, konfigurácia siete LAN/WLAN, riadenie a koordinácia inštalačných a konfiguračných prác**

Odhadovanú prácnosť uvádzame v človekodňoch. Ide o expertný odhad na základe konzultácii s firmami a odborníkmi realizujúcimi obdobné inštalácie v minulosti. Odhadovaná prácnosť na konkrétnu školu je vypočítaná podľa počtu prípojných bodov na škole.

## Špecifikácia prvkov základného modelu

### Dátové zásuvky

Dátová zásuvka 2x RJ45 spĺňa nasledovné vlastnosti:

* FTP Cat.6A,
* pre povrchovú montáž,
* povrchový obal s 2xRJ45 modulmi s mechanickou ochranou proti vniknutiu prachu.

Dátová zásuvka 1x RJ45 v prípade použitia pre AP spĺňa nasledovné vlastnosti:

* FTP Cat.6A,
* pre povrchovú montáž,
* povrchový obal s 1xRJ45 modulmi s mechanickou ochranou proti vniknutiu prachu.

### Rozvádzače s príslušenstvom

Centrálny rozvádzač spĺňa minimálne tieto vlastnosti :

* poskytovanie minimálne 12 rackových jednotiek (RU),
* voľne stojaci,
* uzamykateľnosť,
* presklené dvierka na prednej strane,
* kovové dvierka na zadnej strane,
* aretácia všetkých strán rozvádzača,
* kovové bočnice,
* predné a zadné držiaky na inštaláciu 19" zariadenia,

Centrálny rozvádzač je dodávaný spolu s:

* patch panelom,
* rozvodovým panelom,
* drobným materiálom na inštaláciu,

ktoré budú kompatibilné so zariadením.

Pomocný rozvádzač s príslušenstvom spĺňa minimálne tieto vlastnosti:

* poskytovanie minimálne 6 rackových jednotiek (RU),
* nástenné prevedenie,
* uzamykateľný,
* presklené dvierka na prednej strane,
* kovové dvierka na zadnej strane,
* aretácia všetkých strán rozvádzača,
* kovové bočnice,
* predné a zadné držiaky na inštaláciu 19" zariadenia,

Pomocný rozvádzač je dodávaný spolu s:

* patch panelom,
* rozvodovým panelom,
* drobným materiálom na inštaláciu,

ktoré budú kompatibilné so zariadením.

### Kabeláž

Základný model zohľadňuje pri budovaní LAN siete požiadavku požívať kabeláž na škole ktorá musí byť schopná v budúcnosti podporovať rýchlosti 10 Gbit/s. Z tohto dôvodu je v prípade inštalácie metalickej kabeláže požadovaná minimálne Cat6A a v prípade potreby inštalácie optickej kabeláže minimálne OM4 ak to maximálna vzdialenosť Switch-Switch umožňuje.

Ethernetová kabeláž spĺňa nasledovné vlastnosti:

* FTP Cat.6A,
* bezhalogénový spomaľovač horenia s nízkou dymivosťou (LSOH),
* prenosová rýchlosť minimálne 10 Gbit/s.

Optická kabeláž spĺňa nasledovné vlastnosti:

* prenosová rýchlosť minimálne 10 Gbit/s,
* kábel má charakteristiky multi-mode alebo single-mode a prislúchajúce charakteristiky pre vnútorné alebo vonkajšie/vertikálne alebo vonkajšie závesné uloženie,
* bezhalogénový spomaľovač horenia s nízkou dymivosťou (LSOH).

RPŠ dodá a inštaluje kabeláž podľa inštalačného štandardu popísaného v kapitole 5.

Súčasťou kabeláže sú aj optické a ethernetové patch káble, ktoré slúžia na prepojenie sieťových zariadení v rozvádzači. Patch káble spĺňajú všetky požadované vlastnosti kabeláže.

Kabeláž musí podliehať všetkým normám platným na území SR.

### Switch

**Switch 24POE+4OPT**

| **Switch 24POE+4OPT** |  |
| --- | --- |
| Prevedenie: | Manažovaný layer 2 Switch s podporou napájania PoE, s licenciou/predplatným a HW podporou na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre.   * Montovateľný do štandardného racku 19 palcov * 24 portov Ethernet 1Gbps RJ45 (10/100/1000) * 4 šachty typu SFP podporujúce optické rozhrania |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * IEEE 802.3af – podpora napájania 15W na všetkých portoch, power budget 370W * IEEE 802.3at – podpora napájania 30W na zvolených portoch, v rámci power budget-u 370 W. * IEEE 802.1Q, min. 100 VLAN * IEEE 802.1X, RADIUS:   + Podpora autentifikácie v režime:     - Single host – na porte sa pripája a autentifikuje jediný užívateľ     - Multi domain – na porte sa pripájajú a autentifikujú zariadenia z rôznych VLAN domén – napr. IP Telefón a za ním PC.     - Multi Auth – na porte sa pripájajú viacerí užívatelia, pričom každý je autentifikovaný zvlášť   + Dynamické prideľovanie VLAN na základe Radius autentifikácie   + Voľba pridelenej VLAN pri zamietnutí autentifikácie   + Podpora MAB – MAC Authentication Bypass – overovanie MAC adresy pripojeného zariadenia voči Radius serveru, v prípade, že zariadenie nedisponuje 802.1X suplikant softvérom.     - MAB musí byť možné nastaviť ako záložný mechanizmus, ak zlyhá 802.1X   + MAC filter adries na porte     - Static-MAC-list - možnosť pre každý port prepínača definovať zoznam min. 15 povolených MAC adries     - Sticky-MAC - možnosť sa na porte naučiť povolený počet MAC adries – min.15, ktoré budú následne zapamätané a do budúcna povolené   + RADIUS Accounting – sledovanie pripojených klientov, RFC 2869   + Preverovanie dostupnosti Radius servera – switch musí kontrolovať dostupnosť Radius služby     - v prípade nedostupnosti Radius servera, možnosť definície záložnej fall-back VLAN do ktorej bude zariadenie priradené * SYSLOG – logovanie udalostí na definovaný Syslog serveru * ACL IPv4 – možnosť definovať access-control-list na obmedzenie prevádzky v definovanej VLAN na základe definície zdroja: IP adresa (resp. rozsah), protokol (TCP,UDP), port a cieľa: IP adresa (resp. rozsah), port * DHCP snooping a Dynamická inšpekcia ARP – bezpečnostný mechanizmus vynucujúci že ARP odpovede od klientov sú v zhode s mapovaním na ich DHCP pridelenú IP adresu * IGMP snooping * LACP – Agregácia min.2 fyzických portov do logickej linky * schopnosť na porte nastaviť:   + povoliť alebo zakázať PoE napájanie   + access VLAN ID   + režim Trunk s definovaním native (domovskej) VLAN ID, povolených VLAN ID   + prevádzku portu podľa predom určeného časového harmonogramu * Spanning Tree podpora, minimálne nasledovné:   + Podpora Rapid Spanning Tree - IEEE 802.1w   + definícia bridge priority * STP ochranné mechanizmy:   + Root Guard   + BPDU Guard   + Loop Guard * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + zobrazenie ARP tabuľky * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * Wake on LAN (WoL) - zariadenie musí byť schopné prebudiť pripojené zariadenia (ako napríklad počítač) zaslaním na to určeného packetu obsahujúceho MAC adresu koncového zariadenia * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 7: Technická špecifikácia pre switch typu 24POE+4OPT

**Switch 8ETH+OPT**

| **Switch 8ETH+OPT** |  |
| --- | --- |
| Prevedenie: | Manažovaný layer 2 Switch s podporou napájania PoE, s licenciou/predplatným a HW podporou na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre.   * Montovateľný do štandardného racku 19 palcov * 8 portov Ethernet 1Gbps RJ45 (10/100/1000) * 2/4 šachty typu SFP podporujúce optické rozhrania |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * IEEE 802.3af – podpora napájania 15W na všetkých portoch * IEEE 802.3at – podpora napájania 30W na zvolených portoch * IEEE 802.1Q, min. 100 VLAN * IEEE 802.1X, RADIUS:   + Podpora autentifikácie v režime:     - Single host – na porte sa pripája a autentifikuje jediný užívateľ     - Multi domain – na porte sa pripájajú a autentifikujú zariadenia z rôznych VLAN domén – napr. IP Telefón a za ním PC.     - Multi Auth – na porte sa pripájajú viacerí užívatelia, pričom každý je autentifikovaný zvlášť   + Dynamické prideľovanie VLAN na základe Radius autentifikácie   + Voľba pridelenej VLAN pri zamietnutí autentifikácie   + Podpora MAB – MAC Authentication Bypass – overovanie MAC adresy pripojeného zariadenia voči Radius serveru, v prípade, že zariadenie nedisponuje 802.1X suplikant softvérom.     - MAB musí byť možné nastaviť ako záložný mechanizmus, ak zlyhá 802.1X   + MAC filter adries na porte     - Static-MAC-list - možnosť pre každý port prepínača definovať zoznam min. 15 povolených MAC adries     - Sticky-MAC - možnosť sa na porte naučiť povolený počet MAC adries – min.15, ktoré budú následne zapamätané a do budúcna povolené   + RADIUS Accounting – sledovanie pripojených klientov, RFC 2869   + Preverovanie dostupnosti Radius servera – switch musí kontrolovať dostupnosť Radius služby     - v prípade nedostupnosti Radius servera, možnosť definície záložnej fall-back VLAN do ktorej bude zariadenie priradené * SYSLOG – logovanie udalostí na definovaný Syslog serveru * ACL IPv4 – možnosť definovať access-control-list na obmedzenie prevádzky v definovanej VLAN na základe definície zdroja: IP adresa (resp. rozsah), protokol (TCP,UDP), port a cieľa: IP adresa (resp. rozsah), port * DHCP snooping a Dynamická inšpekcia ARP – bezpečnostný mechanizmus vynucujúci že ARP odpovede od klientov sú v zhode s mapovaním na ich DHCP pridelenú IP adresu * IGMP snooping * LACP – Agregácia min.2 fyzických portov do logickej linky * schopnosť na porte nastaviť:   + povoliť alebo zakázať PoE napájanie   + access VLAN ID   + režim Trunk s definovaním native (domovskej) VLAN ID, povolených VLAN ID   + prevádzku portu podľa predom určeného časového harmonogramu * Spanning Tree podpora, minimálne nasledovné:   + Podpora Rapid Spanning Tree - IEEE 802.1w   + definícia bridge priority * STP ochranné mechanizmy:   + Root Guard   + BPDU Guard   + Loop Guard * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + zobrazenie ARP tabuľky * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * Wake on LAN (WoL) - zariadenie musí byť schopné prebudiť pripojené zariadenia (ako napríklad počítač) zaslaním na to určeného packetu obsahujúceho MAC adresu koncového zariadenia * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 8: Technická špecifikácia pre switch typu 8ETH+OPT

**Switch 24POE**

| **Switch 24POE** |  |
| --- | --- |
| Prevedenie: | Manažovaný layer 2 Switch s podporou napájania PoE, s licenciou/predplatným a HW podporou na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre.   * Montovateľný do štandardného racku 19 palcov * 24 portov Ethernet 1Gbps RJ45 (10/100/1000) |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * IEEE 802.3af – podpora napájania 15W na všetkých portoch, power budget 370W * IEEE 802.3at – podpora napájania 30W na zvolených portoch, v rámci power budget-u 370 W. * IEEE 802.1Q, min. 100 VLAN * IEEE 802.1X, RADIUS:   + Podpora autentifikácie v režime:     - Single host – na porte sa pripája a autentifikuje jediný užívateľ     - Multi domain – na porte sa pripájajú a autentifikujú zariadenia z rôznych VLAN domén – napr. IP Telefón a za ním PC.     - Multi Auth – na porte sa pripájajú viacerí užívatelia, pričom každý je autentifikovaný zvlášť   + Dynamické prideľovanie VLAN na základe Radius autentifikácie   + Voľba pridelenej VLAN pri zamietnutí autentifikácie   + Podpora MAB – MAC Authentication Bypass – overovanie MAC adresy pripojeného zariadenia voči Radius serveru, v prípade, že zariadenie nedisponuje 802.1X suplikant softvérom.     - MAB musí byť možné nastaviť ako záložný mechanizmus, ak zlyhá 802.1X   + MAC filter adries na porte     - Static-MAC-list - možnosť pre každý port prepínača definovať zoznam min. 15 povolených MAC adries     - Sticky-MAC - možnosť sa na porte naučiť povolený počet MAC adries – min.15, ktoré budú následne zapamätané a do budúcna povolené   + RADIUS Accounting – sledovanie pripojených klientov, RFC 2869   + Preverovanie dostupnosti Radius servera – switch musí kontrolovať dostupnosť Radius služby     - v prípade nedostupnosti Radius servera, možnosť definície záložnej fall-back VLAN do ktorej bude zariadenie priradené * SYSLOG – logovanie udalostí na definovaný Syslog serveru * ACL IPv4 – možnosť definovať access-control-list na obmedzenie prevádzky v definovanej VLAN na základe definície zdroja: IP adresa (resp. rozsah), protokol (TCP,UDP), port a cieľa: IP adresa (resp. rozsah), port * DHCP snooping a Dynamická inšpekcia ARP – bezpečnostný mechanizmus vynucujúci že ARP odpovede od klientov sú v zhode s mapovaním na ich DHCP pridelenú IP adresu * IGMP snooping * LACP – Agregácia min.2 fyzických portov do logickej linky * schopnosť na porte nastaviť:   + povoliť alebo zakázať PoE napájanie   + access VLAN ID   + režim Trunk s definovaním native (domovskej) VLAN ID, povolených VLAN ID   + prevádzku portu podľa predom určeného časového harmonogramu * Spanning Tree podpora, minimálne nasledovné:   + Podpora Rapid Spanning Tree - IEEE 802.1w   + definícia bridge priority * STP ochranné mechanizmy:   + Root Guard   + BPDU Guard   + Loop Guard * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + zobrazenie ARP tabuľky * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * Wake on LAN (WoL) - zariadenie musí byť schopné prebudiť pripojené zariadenia (ako napríklad počítač) zaslaním na to určeného packetu obsahujúceho MAC adresu koncového zariadenia * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 9: Tabuľka 9: Technická špecifikácia pre switch typu 24POE

**Switch 24ETH**

| **Switch 24ETH** |  |
| --- | --- |
| Prevedenie: | Manažovaný Layer 2 Switch Data (bez nutnosti podpory PoE) s licenciou/predplatným a HW podporou na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre.   * Montovateľný do štandardného racku 19 palcov * 24 portov Ethernet 1Gbps RJ45 (10/100/1000) |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * IEEE 802.1Q, min. 100 VLAN * IEEE 802.1X, RADIUS:   + Podpora autentifikácie v režime:     - Single host – na porte sa pripája a autentifikuje jediný užívateľ     - Multi domain – na porte sa pripájajú a autentifikujú zariadenia z rôznych VLAN domén – napr. IP Telefón a za ním PC.     - Multi Auth – na porte sa pripájajú viacerí užívatelia, pričom každý je autentifikovaný zvlášť   + Dynamické prideľovanie VLAN na základe Radius autentifikácie   + Voľba pridelenej VLAN pri zamietnutí autentifikácie   + Podpora MAB – MAC Authentication Bypass – overovanie MAC adresy pripojeného zariadenia voči Radius serveru, v prípade, že zariadenie nedisponuje 802.1X suplikant softvérom.     - MAB musí byť možné nastaviť ako záložný mechanizmus, ak zlyhá 802.1X   + MAC filter adries na porte     - Static-MAC-list - možnosť pre každý port prepínača definovať zoznam min. 15 povolených MAC adries     - Sticky-MAC - možnosť sa na porte naučiť povolený počet MAC adries – min.15, ktoré budú následne zapamätané a do budúcna povolené   + RADIUS Accounting – sledovanie pripojených klientov, RFC 2869   + Preverovanie dostupnosti Radius servera – switch musí kontrolovať dostupnosť Radius služby     - v prípade nedostupnosti Radius servera, možnosť definície záložnej fall-back VLAN do ktorej bude zariadenie priradené * SYSLOG – logovanie udalostí na definovaný Syslog serveru * ACL IPv4 – možnosť definovať access-control-list na obmedzenie prevádzky v definovanej VLAN na základe definície zdroja: IP adresa (resp. rozsah), protokol (TCP,UDP), port a cieľa: IP adresa (resp. rozsah), port * DHCP snooping a Dynamická inšpekcia ARP – bezpečnostný mechanizmus vynucujúci že ARP odpovede od klientov sú v zhode s mapovaním na ich DHCP pridelenú IP adresu * IGMP snooping * LACP – Agregácia min.2 fyzických portov do logickej linky * schopnosť na porte nastaviť:   + povoliť alebo zakázať PoE napájanie   + access VLAN ID   + režim Trunk s definovaním native (domovskej) VLAN ID, povolených VLAN ID   + prevádzku portu podľa predom určeného časového harmonogramu * Spanning Tree podpora, minimálne nasledovné:   + Podpora Rapid Spanning Tree - IEEE 802.1w   + definícia bridge priority * STP ochranné mechanizmy:   + Root Guard   + BPDU Guard   + Loop Guard * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + zobrazenie ARP tabuľky * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * Wake on LAN (WoL) - zariadenie musí byť schopné prebudiť pripojené zariadenia (ako napríklad počítač) zaslaním na to určeného packetu obsahujúceho MAC adresu koncového zariadenia * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 10: Technická špecifikácia pre switch typu 24ETH

**Switch 24OPT**

| **Switch 24OPT** |  |
| --- | --- |
| Prevedenie: | Manažovaný layer 2 Switch, s licenciou/predplatným a HW podporou na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre.   * Montovateľný do štandardného racku 19 palcov * 24 šácht typu SFP podporujúce optické rozhrania |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * IEEE 802.1Q, min. 100 VLAN * IEEE 802.1X, RADIUS:   + Podpora autentifikácie v režime:     - Single host – na porte sa pripája a autentifikuje jediný užívateľ     - Multi domain – na porte sa pripájajú a autentifikujú zariadenia z rôznych VLAN domén – napr. IP Telefón a za ním PC.     - Multi Auth – na porte sa pripájajú viacerí užívatelia, pričom každý je autentifikovaný zvlášť   + Dynamické prideľovanie VLAN na základe Radius autentifikácie   + Voľba pridelenej VLAN pri zamietnutí autentifikácie   + Podpora MAB – MAC Authentication Bypass – overovanie MAC adresy pripojeného zariadenia voči Radius serveru, v prípade, že zariadenie nedisponuje 802.1X suplikant softvérom.     - MAB musí byť možné nastaviť ako záložný mechanizmus, ak zlyhá 802.1X   + MAC filter adries na porte     - Static-MAC-list - možnosť pre každý port prepínača definovať zoznam min. 15 povolených MAC adries     - Sticky-MAC - možnosť sa na porte naučiť povolený počet MAC adries – min.15, ktoré budú následne zapamätané a do budúcna povolené   + RADIUS Accounting – sledovanie pripojených klientov, RFC 2869   + Preverovanie dostupnosti Radius servera – switch musí kontrolovať dostupnosť Radius služby     - v prípade nedostupnosti Radius servera, možnosť definície záložnej fall-back VLAN do ktorej bude zariadenie priradené * SYSLOG – logovanie udalostí na definovaný Syslog serveru * ACL IPv4 – možnosť definovať access-control-list na obmedzenie prevádzky v definovanej VLAN na základe definície zdroja: IP adresa (resp. rozsah), protokol (TCP,UDP), port a cieľa: IP adresa (resp. rozsah), port * DHCP snooping a Dynamická inšpekcia ARP – bezpečnostný mechanizmus vynucujúci že ARP odpovede od klientov sú v zhode s mapovaním na ich DHCP pridelenú IP adresu * IGMP snooping * LACP – Agregácia min.2 fyzických portov do logickej linky * schopnosť na porte nastaviť:   + access VLAN ID   + režim Trunk s definovaním native (domovskej) VLAN ID, povolených VLAN ID   + prevádzku portu podľa predom určeného časového harmonogramu * Spanning Tree podpora, minimálne nasledovné:   + Podpora Rapid Spanning Tree - IEEE 802.1w   + definícia bridge priority * STP ochranné mechanizmy:   + Root Guard   + BPDU Guard   + Loop Guard * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + zobrazenie ARP tabuľky * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * Wake on LAN (WoL) - zariadenie musí byť schopné prebudiť pripojené zariadenia (ako napríklad počítač) zaslaním na to určeného packetu obsahujúceho MAC adresu koncového zariadenia * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 11: Technická špecifikácia pre switch typu 24OPT

### Optický modul

Optický modul spĺňa nasledovné vlastnosti:

* Typ SFP alebo SFP+ pre zachovanie minimálnych požiadaviek priepustnosti v sieti
* Minimálna prenosová rýchlosť 10 Gbps
* Single-mode optické vlákno
* Kompatibilita s dodávanými switchmi

### WiFi Access Point

**WiFi Access Point- vnútorný**

| WiFi AP - vnútorný |  |
| --- | --- |
| Model – prevedenie | WiFi 6 Indoor AP s licenciou/predplatným a HW supportom na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre:   * manažovaný bezdrôtový prístupový bod pre Indoor nasadenie, montážna sada pre montáž na stenu resp. Strop * 2×2:2 UL/DL MU-MIMO IEEE 802.11ax * WiFi AP musí podporovať funkcionalitu MU-MIMO v odchádzajúcom smere (uplink) ako aj prichádzajúcom smere (downlink) * WiFi AP musí podporovať funkcionalitu ODFMA v odchádzajúcom smere (uplink) ako aj prichádzajúcom smere (downlink) * dedikovaný radio chipset pre klientov 2.4 GHz IEEE 802.11 b/g/n/ax, 2x2:2 * dedikovaný radio chipset pre klientov 5 GHz IEEE 802.11 a/n/ac/ax, 2x2:2 * dedikovaný kombinovaný radio chipset pre 2.4 GHz a 5 GHz vykonávajúci real-time spektrálnu analýzu, real-time wIDS/wIPS (wireless intrusion detection /protection system) * podpora prevádzky všetkých rádio chipsetov naraz * 1x 1 Gbps Ethernet port * Podpora napájania cez Ethernet PoE: IEEE 802.3af |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * 2x 2:2 MU-MIMO * IEEE 802.11e/WMM * podpora U-APSD (Power save) * IEEE 802.1p * IEEE 802.11r * IEEE 802.1Q – VLAN tagovanie – jednotlivé SSID siete sú mapované do rôznych VLAN. * RADIUS * TKIP a AES šifrovanie * WPA2-Preshared key, WPA2-Enterprise s IEEE 802.1X * WPA3-Preshared key, WPA3-Enterprise s IEEE 802.1X * EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP-MSCHAPv2 * Band steering – podpora funkcionality AP, ktorá preferuje pripojenie klientov k 5Ghz * podpora min 15 aktívnych SSID * podpora mapovania týchto SSID do VLAN (IEEE 802.1Q) * per SSID definícia PSK alebo 802.1x/RADIUS * automatizované nezávislé zapínanie a vypínanie jednotlivých SSID podľa predom určeného časového harmonogramu * schopnosť zariadenia blokovať užívateľov (zariadenia), ktoré sa pripojili k danému SSID a neobdržali IP adresu z DHCP servera. * DHCP Guard - schopnosť zariadenia zabezpečiť, že pre dané SSID rozdáva IP adresy pre klientov len definovaný legitímny DHCP server * GuestWiFi – kompletná izolácia pripojených guest zariadení (nemožnosť komunikovať medzi pripojenými guest zariadeniami) * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + packet-capture na diaľku z rádiového rozhrania a z metalického rozhrania, s možnosťou stiahnutia   + zobrazenie ARP tabuľky * Rate limit – zariadenie musí podporovať nastavenie minimálnej prenosovej rýchlosť obslužných rámcov (management frames) buď na základe jednotlivých pásiem alebo na základe jednotlivých SSID * RX-SOP – zariadenie musí podporovať konfiguráciu minimálnych prahových hodnôt RSSI potrebných na dekódovanie a demodulovanie dátových rámcov pre efektívne využitie spektra. * podpora blokovania (firewalling-u) pre jednotlivé SSID, umožňujúca nastavenie aby: klienti pripojení k danému SSID mohli komunikovať len na zvolené cieľové IP adresy * shaping dátovej prevádzky umožňujúci na jednotlivé SSID definovať kapacitné limity, ktoré umožnia:   + definovať download a upload maximá pre jednotlivého klienta pripojeného k danému SSID   + definovať download a upload maximá pre agregovane pre jednotlivé SSID * podpora detekcie a zobrazenia iných AP a ich SSID sietí spôsobujúcich interferenciu na 2.4Ghz a 5 Ghz spolu s jej mierou * možnosť konfigurácie cez verejne prístupné a zdokumentované API rozhranie * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 12: Technická špecifikácia pre WiFi AP - vnútorný

**WiFi Access Point – vonkajší**

| WiFi AP - vonkajší |  |
| --- | --- |
| Model – prevedenie | Wi-Fi 6 Outdoor AP s licenciou/predplatným a HW supportom na 5 rokov spĺňajúci minimálne nasledovné parametre:   * integrované antény * IP67 krytie * teplotný rozsah -20 až 55 stupňov Celzia * manažovaný bezdrôtový prístupový bod pre Outdoor nasadenie, montážna sada * 2×2:2 UL/DL MU-MIMO IEEE 802.11ax * Wi-Fi AP musí podporovať funkcionalitu MU-MIMO v odchádzajúcom smere (uplink) ako aj prichádzajúcom smere (downlink) * Wi-Fi AP musí podporovať funkcionalitu ODFMA v odchádzajúcom smere (uplink) ako aj prichádzajúcom smere (downlink) * dedikovaný radio chipset pre klientov 2.4 GHz IEEE 802.11 b/g/n/ax, 2x2:2 * dedikovaný radio chipset pre klientov 5 GHz IEEE 802.11 a/n/ac/ax, 2x2:2 * dedikovaný kombinovaný radio chipset pre 2.4 GHz a 5 GHz vykonávajúci real-time spektrálnu analýzu, real-time wIDS/wIPS (wireless intrusion detection /protection system) * podpora prevádzky všetkých rádio chipsetov naraz. * 1x 1 Gbps Ethernet port * Podpora napájania cez Ethernet PoE: IEEE 802.3af |
| Výkonnostné a funkčné parametre: | * 2x 2:2 MU-MIMO * IEEE 802.11e/WMM * podpora U-APSD (Power save) * IEEE 802.1p * IEEE 802.11r * IEEE 802.1Q – VLAN tagovanie – jednotlivé SSID siete sú mapované do roznych VLAN. * RADIUS * TKIP a AES šifrovanie * WPA2-Preshared key, WPA2-Enterprise s IEEE 802.1X * WPA3-Preshared key, WPA3-Enterprise s IEEE 802.1X * EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP-MSCHAPv2 * Band steering – podpora funkcionality AP, ktorá preferuje pirpojenie klientov k 5Ghz * podpora min 15 aktívnych SSID * podpora mapovania týchto SSID do VLAN (IEEE 802.1Q) * per SSID definícia PSK alebo 802.1x/RADIUS * automatizované nezávislé zapínanie a vypínanie jednotlivých SSID podľa predom určeného časového harmonogramu * schopnosť zariadenia blokovať užívateľov (zariadenia), ktoré sa pripojili k danému SSID a neobdržali IP adresu z DHCP servera. * DHCP Guard - schopnosť zariadenia zabezpečiť, že pre dané SSID rozdáva IP adresy pre klientov len definovaný legitímny DHCP server * GuestWiFi – kompletná izolácia pripojených guest zariadení (nemožnosť komunikovať medzi pripojenými guest zariadeniami) * podpora centralizovaného upgrade OS/firmware s administratívnou možnosťou časového plánovania * podpora vzdialených diagnostických nástrojov:   + ping   + traceroute   + packet-capture na diaľku z rádiového rozhrania a z metalického rozhrania, s možnosťou stiahnutia   + zobrazenie ARP tabuľky * Rate limit – zariadenie musí podporovať nastavenie minimálnej prenosovej rýchlosť obslužných rámcov (management frames) buď na základe jednotlivých pásiem alebo na základe jednotlivých SSID * RX-SOP – zariadenie musí podporovať konfiguráciu minimálnych prahových hodnôt RSSI potrebných na dekódovanie a demodulovanie dátových rámcov pre efektívne využitie spektra. * podpora blokovania (firewalling-u) pre jednotlivé SSID, umožňujúca nastavenie aby: klienti pripojení k danému SSID mohli komunikovať len na zvolené cieľové IP adresy * shaping dátovej prevádzky umožňujúci na jednotlivé SSID definovať kapacitné limity, ktoré umožnia:   + definovať download a upload maximá pre jednotlivého klienta pripojeného k danému SSID   + definovať download a upload maximá pre agregovane pre jednotlivé SSID * podpora detekcie a zobrazenia iných AP a ich SSID sietí spôsobujúcich interferenciu na 2.4Ghz a 5 Ghz spolu s jej mierou * možnosť konfigurácie cez verejne prístupné a zdokumentované API rozhranie * ZTP – Zero Touch Provisioning – zariadenie musí v spolupráci so spoločným centrálnym SW nástrojom podporovať ZTP funkcionalitu, t.j. bez potreby staging-u (konfigurácie) byť schopné sa samostatne automaticky pripojiť zabezpečeným spôsobom k manažment systému a stiahnuť si predom nastavenú konfiguráciu. * Mesh – zariadenie musí podporovať automatizované vytvorenie MESH typu prepojenia bod-bod, bod-multibod s automatickým vyhľadávaním susedov v oboch rádiových pásmach (2.4 Ghz a 5Ghz) * všetky popísané funkcionality musí zariadenie podporovať bez potreby spolupráce (alebo tunelovania) s inými aktívnymi sieťovými prvkami lokálnej LAN infraštruktúry. |

Tabuľka 13: Technická špecifikácia pre WiFi AP – vnútorný

# Detailný popis riešenia RPŠ a organizácia projektu

RPŠ dodáva MŠVVaM SR detailný popis navrhovaného riešenia a prístupu k projektu zo strany RPŠ vo forme troch dokumentov:

* Detailná a funkčná špecifikácia (DFŠ)
* Plán realizácie
* Vzorový implementačný plán školy

MŠVVaM SR skontroluje navrhovaný prístup. DFŠ bude poskytnutá poskytovateľovi služieb CU.

## Detailná funkčná špecifikácia (DFŠ)

Detailná funkčná špecifikácia (DFŠ) bude obsahovať:

* Detailný popis poskytovaných služieb
* Architektúra celkového riešenia RPŠ – centrálne komponenty, prepojenie na školu a CU
* Architektúra centrálnych komponentov RPŠ
* Architektúra riešenia na škole
* Popis plánovaného riešenia a detaily aktívnych aj pasívnych prvkov, výrobca, typ, špecifikácia
* Postup pri inštalácii na škole, rozmiestňovaní aktívnych prvkov, WiFI AP, vedení kabeláže, konfigurácie, testovaní a školení
* Postup a pravidlá pre prepojenie s existujúcej infraštruktúry v správe školy
* Postup pri privedení primárnej a záložnej WAN konektivity.
* Popis riadenia úrovne služieb RPŠ podľa ITIL alebo obdobné (riadenie incidentov, problémov, zmien, konfigurácii, kapacít atď.)
* Personálne zabezpečenie RPŠ: organizačná štruktúra, počty a kvalifikácie relevantných zamestnancov a expertov, externí dodávatelia
* Bezpečnostné opatrenia RPŠ, fyzická a kybernetická bezpečnosť; redundancia centrálnych komponentov a plány obnovy
* Identifikácia možných rizík a mitigačných opatrení
* Súpis predpokladaných požiadaviek na súčinnosť ministerstva, CU a škôl

## Plán realizácie

Plán realizácie pokrýva realizáciu projektu z pohľadu RPŠ od podpisu rámcovej dohody po realizáciu prvých škôl. Cieľom plánu realizácie RPŠ je popísať plánovaný priebehu realizácie spoločných a centrálnych komponentov potrebných pre prevádzku riešenia ako napr. chrbticovej siete, prepojenie s CU, prepojenie systémov s CU, operačne stredisko a jeho prepojenie s CU, vytvorenie systémov pre monitoring a reporting, riadenie WiFi AP, switchov apod.

Plán realizácie bude obsahovať:

* Časový harmonogram
* Zoznam predpokladaných prác
* Plán testovania

## Vzorový implementačný plán školy

Vzorový implementačný plán školy bude obsahovať:

* predpokladaný časový harmonogram realizácie bežnej školy podľa poskytnutých podkladov ZM v OPZ
* zoznam krokov, ich poradie, odhadovaná časová náročnosť a závislosti
* zoznam predpokladaných požiadaviek na súčinnosť zo strany školy, CU a ministerstva.

## Predvedenie riešenia (PoC)

Predvedenie riešenia vykoná RPŠ po schválení DFŠ na výzvu obstarávateľa.

Cieľom predvedenia riešenia je fyzicky predviesť navrhované riešenie zo strany RPŠ, prístup k realizácii riešenia a predstaviť budúcu funkčnosť systému. Očakávaným benefitom predvedenia riešenia má byť zladenie prípravy, realizácie a budúcej akceptácie riešenia. V rámci diskusie bude možné prebrať možné úskalia a nastaviť si plynulý priebeh realizácie.

Súčasťou predvedenie môže byť aj návšteva a predvedenie operačného strediska RPŠ.

Riešenie sa bude predvádzať len pred prvou objednávkou a je naviazané na DFŠ.

Predložené technické riešenie RPŠ musí vyhovovať požadovaným parametrom a funkčným možnostiam. Za týmto účelom dôjde preto k overeniu nasledovného:

Demonštrácia nasledovných funkčných vlastností WLAN riešenia, ukážka možnosti nakonfigurovať (v uvedených prípadoch aj overiť) pre WIFI AP nasledovné:

1. band steering
2. per band rate limiting – definícia min.bitrate pre frekvencie 2.4Ghz a 5Ghz
3. per SSID rate limiting – definícia min.bitrate pre rôzne SSID
4. RX SOP – definícia prahovej hodnoty pre pásmo 2.4 Ghz
5. RX SOP – definícia prahovej hodnoty pre pásmo 5 Ghz
6. Ukážka a overenie zapnutia 5 SSID (pre účely demonštrácie s použitím PSK)
7. Ukážka a overenie časového plánovania (zapínanie a vypínanie) dostupnosti na min.2 SSID
8. ukážka real-time spektrálnej analýzy v pásme 2.4 Ghz a 5 Ghz s
9. ukážka min 2 SSID, na ktorých bude rôznym spôsobom nastavený:
   1. shaping – download a upload maximum agregovane pre SSID
10. ukážka a overenie schopnosti realizovať testy merania kvality WLAN pokrytia pre zvoleného klienta a WLAN AP:
    1. meranie RSSI na strane AP od klienta
    2. meranie SNR na strane AP od klienta
    3. ukážka merania reálnej rýchlosti pripojenia na vyžiadanie - medzi zvoleným klientom a AP
11. ukážka schopnosti merať utilizáciu (využívanie a vyťaženie) rádiového spektra 2.4 a 5 Ghz
12. ukážka schopnosti merať pre zvoleného WIFI klienta čas potrebný na jeho pripojenie.
13. Ukážka schopnosti monitorovať akou rýchlosťou (data rate) je konkrétny WiFi klient pripojený
14. ukážka a overenie schopnosti wifi AP blokovať používateľov (zariadenia), ktoré sa pripojili k danému SSID a neobdržali IP adresu z  DHCP servera.
15. Ukážka a overenie schopnosti wifi AP detekovať neautorizované (rogue) AP a riešenia CRSD zasielať upozorňujúci email zodpovedným osobám.

Demonštrácia nasledovných funkčných vlastností LAN riešenia, ukážka možnosti nakonfigurovať (v uvedených prípadoch aj overiť) pre Switche nasledovné:

1. ukážka schopnosti prostredníctvom switcha merať vzdialene latenciu a stratovosť medzi:
   1. switchom a pripojeným AP
   2. switchom a switchom.
2. ukážka schopnosti pre zvolený switch zobraziť vzdialene:
   1. objem prevádzky prenesených dát v smere príchodzom, v smere odchodzom a celkovo
   2. aktuálnu rýchlosť dátových tokov na jednotlivých portoch v smere príchodzom a odchodzom
   3. ukážka nastavení switcha – autentifikácia v režime Single Host , Multi Domain a MultiAuth.
3. ukážka a ovrenie nastavení portov switcha
   1. Static MAC list - na zvolenom porte definovať 15 povolených MAC adries, pripojit PC ktorého MAC adresa je na zozname a ukázať, že je schopné komunikovať do internet-u. Následne odobrať predmetnú MAC adresu, a ukázať, že nie je schopné na sieti komunikovať vôbec.
   2. Sticky MAC list - na zvolenom porte definovať 15 povolených MAC adries, pripojit PC ktorého MAC adresa je na zozname a ukázať, že je schopné komunikovať do internet-u. Následne odobrať predmetnú MAC adresu, a ukázať, že nie je schopné na sieti komunikovať vobec.
4. Ukážka schopnosti switcha nastaviť autentifikáciu v režime: Single Host, Multi Domain a Multi Auth.
5. Ukážka a overenie schopnosti switcha vykonať fallback v prípade nedostupnosti Radius servera, možnosť definície záložnej fall-back VLAN do ktorej bude zariadenie priradené

Demonštrácia nasledovných funkčných vlastností CRSD riešenia, ukážka možnosti nakonfigurovať, zobraziť (v uvedených prípadoch aj overiť) pre CRSD nasledovné:

1. Ukážka a overenie - pridanie užívateľských účtov (email) pre zamestnancov RPŠ, poverených pracovníkov školy, MSVVaR a CU a týmto účtom nastaviť rôzne privilégiá – od Read Only až po ReadWrite – plný prístup.
   1. zriadiť administrátora, ktorý bude mať prístup do monitoring nástroja pre celú školu:  WiFi AP a prepínače na všetkých adresách školy
   2. administrátora, ktorý bude mať prístup do monitoring nástroja pre WiFi AP a switche na len danej adrese školy
2. Ukážka a overenie ZTP schopností CRSD – pridať min. 1 ks Wifi AP, 1 ks Switch
3. Ukážka a overenie pridania nového WiFI AP do CRSD systému, jeho konfiguráciu a rádio frekvenčné plánovanie (RRM) – služby Wifi Kontroléra. Pridať nové wifi AP, nastaviť min.1 SSID v režime PSK, uskutočniť pripojenie na toto SSID zo zariadenia.
4. Ukážka a overenie CRSD API funkcionality. Realizovať API volanie vracajúce inventár zariadení v správe CRSD, vytvorenie nového SSID, zmena hesla na existujúcom SSID, vypnutie SSID.
5. Ukážka exportu dát inventára
6. Ukážka hromadného nastavenia skupiny AP prostredníctvom CRSD, s ohľadom na:
   1. Vysielací výkon
   2. Min. povolenú rýchlosť
   3. Šírka pásma kanálu 20/40/80 Mhz (5Ghz pásmo)
   4. RX-SOP - minimálne prahové hodnoty RSSI potrebné na dekódovanie a demodulovanie dátových rámcov pre efektívne využitie spektra
7. Ukážka hromadného nastavenia skupiny switchov prostredníctvom CRSD, s ohľadom na:
   1. zapnutie/vypnutie skupiny portov
   2. bezpečnostné paremetre skupiny portov.
   3. Časový harmonogram zapínania/vypínania skupiny portov
8. Ukážka a overenie schopnosti CRSD zasielať upozornenia formou emailu ako aj API volaní - na min 2 definované testovacie Webhook HTTPS adresy pri:
   1. detekcia cudzieho WiFi AP
   2. switch sa stal nedostupným
   3. WiFi AP sa stalo nedostupným
9. Ukážka schopnosti CRSD vytvárať a držat Audit Log.
10. Ukážka schopnsti CRSD ukladať a zobrazovať históriu pripojených zariadení:
    1. meno/popis zariadenia
    2. na ako porte prepínača alebo WiFi AP je/bol pripojený
    3. aktuálne pripojené SSID, šírka kanálu, schopnosti WiFi štandardu (802.11)
    4. kedy bol pripojený v sieti (prvý a posledný krát)
11. Ukážka schopnosti CRSD vytvárať a držat Performance report.
    1. určiť najvyužívanejšie SSID z pohľadu počtu klientov
    2. určiť najvyužívanejšie SSID z pohľadu množstva dátových prenosov
    3. určiť WiFi AP zariadenia najviac vyťažené z pohľadu počtu klientov
    4. určiť WiFi AP zariadenia najviac využité z pohľadu množstva dátových prenosov
    5. určiť switche najviac využité z pohľadu množstva dátových prenosov
    6. určiť klientske zariadenia pripojené k sieti WiFi a wired najviac využité z pohľadu množstva dátových prenosov

## Organizácia projektu

K projektu bude vypracovaný štatút projektu a riadiaceho výboru nasledovne

### Organizačná štruktúra projektu

Organizačná štruktúra a definovanie rolí projektu. Štruktúru a role navrhuje Projektový manager obstarávateľa v spolupráci s projektovým managerom dodávateľa.

Organizačnú štruktúru schvaľuje a aktualizuje na návrh projektových manažérov Riadiaci výbor projektu.

### Orgány projektu

* riadiaci výbor:
  + Riadiaci výbor je menovaný a riadi sa v zmysle štatútu riadiaceho výboru.
* projektový manažment:
  + Projektový manažment (PM) je zložený z poverených manažérov Poskytovateľa a Objednávateľa. Zodpovedá za dodávku projektu (jej kvalitu, plnenie časového harmonogramu a dohodnutého obsahu v jej jednotlivých etapách).
  + PM kontroluje plnenie cieľov.
* pracovné skupiny, realizačný tím – pracovná skupina projektu

### Komunikačný management

* Komunikačný manažment je založený na spracovaní a aktualizácii komunikačnej matice projektu spolu s organizačnou štruktúrou projektu

### Pracovné stretnutia

* Stretnutia realizačných tímov.
* Stretnutia Projektového manažmentu.
  + Zasadnutie projektového manažmentu zvoláva predseda riadiaceho výboru projektu.
  + Pre jednotlivé stretnutia projektového manažmentu platia nasledovné pravidlá: rozhodnutia prijaté na týchto stretnutiach sú pre zainteresované strany záväzné.

### Projektový reporting

* Reporting vedúcich realizačných tímov – pracovných skupín – pozostáva z prehľadných informácií o stave prác a rozpracovanosti jednotlivých výstupov projektu jednotlivých tímov samostatne. Reporting pozostáva s reportovania stavu Objednávok v lokalitách škôl. Tento report tiež obsahuje informácie o problémoch, rizikách požiadavkách na zmenu a návrhoch na zlepšenie. Vzor reportu bude jednotný a záväzný pre všetkých členov tímu.
* Reporting projektového manažmentu – pozostáva zo sumárneho prehľadného reportu o stave prác, problémoch, rizikách požiadavkách na zmenu a návrhov na zlepšenie a najmä stavu Objednávok v lokalitách škôl Okrem reportu, projektový manažment pripravuje podklady na zasadnutia riadiaceho výboru.
* Reporting je pripravovaný na týždennej báze a formát reportovania bude dohodnutý projektovými managermi.
* Sumárne reporty stavu objednávok pripravuje dodávateľ v dohodnutej štruktúre a to 1x za týždeň k pondelku 10:00, report zasieľa podľa komunikačnej stratégii.

### Projektová dokumentácia a dokumentačný manažment

* Právne záväzné alebo na zmluve založené formalizované projektové dokumenty a dokumentácia.
* Formalizované dokumenty určené pre potreby najvyšších výkonných pracovníkov projektu (riadiaci výbor, projektoví manažéri), ako napr. zápisnice zo stretnutí RV a iné adekvátne dokumenty (riadenia zmien, riešenia problémov atď.).
* Neformalizované dokumenty vytvorené v priebehu projektu.

### Vznik, management rizík a problémov projektu

Predkladateľ problému a rizika je povinný problém dostatočne identifikovať a opísať, za účelom prípravy jeho analýzy a určiť vlastníka a riešiteľa problému. Problémy sa zaznamenávajú písomne. Každý problém musí obsahovať návrh viacerých riešení a odhad vplyvu na projekt.

Projektový manažment predloží riešenie na schválenie Riadiacemu výboru.

### Testovanie

* Interné testovanie (bez účasti Objednávateľa) zabezpečí Poskytovateľ a podľa požiadaviek akceptácie riešení v lokalitách škôl.
* Externé testovanie na žiadosť objednávateľa (za účasti Objednávateľa) so schválenými testovacími scenármi.

# Inštalácia na mieste

## Návrh a dizajn riešenia v lokalite školy

Návrh a dizajn riešenia LAN/WLAN/WAN v lokalite školy je služba zameraná na vytvorenie optimálnej siete pre pripojenie na internet a zdieľanie dát v rámci školského prostredia. Táto služba zahŕňa plánovanie a konfiguráciu lokálnej siete (LAN), bezdrôtovej siete (WLAN) a WAN pripojenia, aby sa zabezpečilo efektívne a bezpečné prepojenie všetkých zariadení v škole, ako sú počítače, tablety, zobrazovacie zariadenia, tlačiarne a ďalšie prvky IT infraštruktúry. Cieľom je vytvoriť stabilné, rýchle a dostupné pripojenie, ktoré podporuje výučbu a administratívne procesy. Návrh a dizajn riešenia v lokalite školy bude prebiehať podľa v nasledujúcich krokoch.

RPŠ vykoná obhliadku na mieste a dohodne konkrétne podmienky inštalácie so zástupcom školy v dohodnutom termíne po obdržaní objednávky a podpornej dokumentácie zo strany Objednávateľa.

RPŠ skontroluje počas obhliadky na mieste zaslaný pôdorys budovy alebo ho vytvorí podľa skutočnej situácie. Na mieste v spolupráci so zástupcom školy navrhne rozmiestnenie aktívnych, pasívnych prvkov a vedenie kabeláže, rozhodne o miestach inštalácie, prierazoch stien/stropov, rozmiestnení rackov, AP, LAN zásuviek, možnosti napájania a po dohode so zástupcami školy o obmedzeniach a potrebách. Tiež dohodne spôsob prepojenia existujúcej infraštruktúry na škole (tlačiarne, kamery, servre apod.) a pripojení ďalších budov školy. Potvrdí kontakty, vysvetlí ďalší postup a dohodne predbežný časový harmonogram. Všetky tieto informácie zhromaždí dodávateľ (RPŠ) v dotazníku, podľa ktorého vytvorí inštalačný projekt.

RPŠ vypracuje inštalačný projekt pre každú školu. Pri navrhovaní dizajnu riešenia LAN/WLAN/WAN siete využije RPŠ riešenia na modelovanie sietí, svoje skúsenosti a vstupné informácie z pasportizácie a obhliadky tak, aby boli dodržané všetky požiadavky na pokrytie, bezpečnosť a splnenie štandardov ISO/IEC, ISO/IEC 11801, Zákon 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi, Zákon č. 351/2011 Z. z. o elektronických komunikáciách, Zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a iných relevantných právnych predpisov SR. Minimálne obsahové požiadavky na inštalačný projekt sú:

* Základné informácie o projekte: názov projektu, identifikácia zmluvných strán (dodávateľ, objednávateľ), dátum začiatku a ukončenia inštalácie, Miesto realizácie (adresa školy), ciele a účel projektu.
* Základné informácie o objekte/stavbe školy: popis školy (rozloha, počet budov a poschodí), charakteristika priestorov, kde sa bude sieť inštalovať (učebne, kancelárie, vonkajšie priestory), externé faktory, ktoré môžu ovplyvniť inštaláciu (bezpečnostné opatrenia, stavebné obmedzenia.
* Matica kontaktov: zoznam členov inštalačného tímu s kontaktnými údajmi, kontaktné osoby školy, zodpovedné osoby za školu), kontaktné osoby objednávateľa.
* Popis technologického riešenia: detailný popis navrhnutého riešenia (LAN, WLAN, WAN), topológia siete (logický a fyzický návrh siete), typy a modely použitých zariadení (AP, switche, routre).
* Výkresová dokumentácia: plán rozmiestnenia všetkých sieťových prvkov (AP, switche, routre, káble), schematické zobrazenie káblových trás, topológia siete, plán umiestnenia rackov, serverovní a ďalších infraštruktúrnych prvkov.
* Zoznam všetkých zariadení a materiálov, ktoré budú použité pri inštalácii (modely, množstvá), počet a typy zásuviek, káblových kanálov, rozvodných boxov
* Spôsob likvidácie odpadu: plán likvidácie obalových materiálov a stavebných odpadov, postup likvidácie sieťových komponentov, ktoré sú nahrádzané (v prípade modernizácie), dodržanie zákonov o odpadoch (Zákon č. 79/2015 Z. z.).
* Harmonogram inštalačných prác: podrobný harmonogram inštalácie s rozdelením na fázy (príprava, inštalácia, testovanie, odovzdanie), časový plán jednotlivých úkonov v súlade s požiadavkami školy na minimálne narušenie prevádzky.
* Produktové listy použitých komponentov: technické špecifikácie všetkých použitých zariadení (Access Pointy, switche, routre, káble), certifikácie zariadení (zhoda s normami ISO/IEC, napr. ISO/IEC 11801.

Mená, priezviská a kontaktné údaje tvorcu inštalačného projektu a schvaľovateľa a kontaktné osoby zodpovedné za vypracovanie a schválenie projektu

* Riešenie napájania: káblové trasy napájania a umiestnenie elektrických zásuviek pre sieťové prvky
* Dodatočné chladenie/klimatizáciu ak bolo dodatočne na mieste dohodnuté so zástupcom školy
* Testovací plán: špecifikácia testov pokrytia WLAN, integrity káblov, výkonnostných a bezpečnostných testov, plán testovania pre overenie funkčnosti siete po inštalácii.
* Plán školení pre zástupcov školy
* Požiadavky na bezpečnosť ako popis fyzického zabezpečenia (uzamykateľné racky, zamykanie miestností, dodatočné opatrenia fyzickej bezpečnosti

RPŠ rozmiestni WLAN AP a LAN RJ45 zásuvky v súlade s cieľom naplnenia požiadaviek štandardu HECC (2 x LAN zásuvka v triede, 100% pokrytie WLAN (100Mb/s) v triede a na chodbe) a ďalšími požiadavkami zástupcov školy. Pri rozmiestnení WLAN AP dodávateľ (RPŠ) využije vhodný SW nástroj na simuláciu WLAN pokrytia a výsledný nameraný výsledok vo forme napr. heatmapy pokrytia bude súčasťou predloženej projektovej dokumentácie inštalačného projektu.

RPŠ si nechá schváliť inštalačný projekt štatutárom školy alebo ním poverenej osoby a podpísaný zašle elektronicky kontaktnej osobe Objednávateľa.

RPŠ navrhne riešenie s primeranou možnosťou škálovania siete pre nárast počtu užívateľov, zariadení a ďalších budov školy v blízkej budúcnosti. Zohľadní predpokladaný rast počtu užívateľov, dátovej prevádzky a možností rozšírenia sieťových prvkov (napr. pridaním ďalších prístupových bodov, rozšírenie kapacity switchov).

RPŠ navrhne riešenie s primeranou kapacitou pre ďalšie predpokladané rozšírenie pokrytia WLAN a kapacitu LAN v triedach bez potreby výrazných zásahov do existujúcej infraštruktúry.

## Dodávka zariadení

Nákup a dodávka sieťových prvkov LAN/WLAN/WAN s potrebnými licenciami a podporou je služba, ktorá zahŕňa zabezpečenie hardvérových a softvérových komponentov potrebných na prevádzku lokálnej (LAN), bezdrôtovej (WLAN) a rozšírenej siete (WAN). Súčasťou tejto služby je nielen samotné obstaranie sieťových prvkov, ako sú prepínače či prístupové body, ale aj vybavenie potrebnými licenciami a poskytovanie technickej podpory. Cieľom je zabezpečiť spoľahlivú a bezpečnú prevádzku siete s dlhodobou údržbou a aktualizáciou.

Poznámka: Potrebný smerovač pre ukončenie WAN konektivity (v bode odovzdania WAN konektivity) zabezpečuje RPŠ vo vlastnej réžii, resp. ako súčasť služby WAN konektivity.

RPŠ obstará potrebný počet sieťových prvkov pre vybudovanie LAN/WLAN/WAN riešenia pre každú školu. Indikatívne počty sieťových prvkov LAN/WLAN/WAN riešenia sú súčasťou podpornej dokumentácie pasportizácie vybavenia škôl prijatou spolu s objednávkou od Objednávateľa.

Hardware musí byť dodaný úplne nový, plne funkčný a kompletný (vrátane príslušenstva).

RPŠ zodpovedá za obstaranie, dodávku, uskladnenie, odskúšanie, SW aktualizáciu všetkých zariadení potrebných na vybudovanie riešenia LAN/WLAN/WAN.

RPŠ zodpovedá za trvalé zneškodnenie všetkých obalových materiálov, ako aj stavebných odpadov ktoré vzniknú pri jeho činnosti na stavbe počas trvania zmluvy, vrátane likvidácie takéhoto stavebného odpadu vzniknutého pri zhotovení diela.

RPŠ musí pri nakladaní s odpadmi postupovať podľa Zákona č. 79/2015 Z. z. o odpadoch, platného od 1.1.2016, ktorý definuje, že Objednávateľ je pôvodcom všetkých stavebných odpadov a odpadov z demolácií vznikajúcich na stavbách, ktoré financuje. Spoločnosť/ RPŠ ktorý práce fyzicky vykonáva je v zmysle zákona držiteľom týchto odpadov a je povinný s odpadom naložiť v zmysle zákona o odpadoch ( najmä §§ 13, 14, 25, 26 a 97) a jeho vykonávacích predpisov (najmä §§ 8, 24 a 39 Vyhlášky č. 371/2015 Z. z. a §§ 2, 3 a 11 Vyhlášky č. 6/2015 Z. z.). Za odvoz odpadu počas realizácie stavby je zodpovedný RPŠ. Po ukončení stavby odovzdá RPŠ Evidenčné listy odpadu zástupcovi školy, ktorý ohlási vzniknuté odpady na stavbe a odošle ich Okresnému úradu, odboru starostlivosti o životné prostredie. Samotná prevádzka LAN/WLAN/WAN bude bez údržbová a nebudú pri nej vznikať žiadne odpady.

RPŠ zabezpečí, že všetky zakúpené sieťové prvky budú dodané s platnými softvérovými licenciami a zahrnutou technickou podporou od výrobcu na obdobie trvania zmluvy. RPŠ dodá všetky licenčné kľúče a doklady Obstarávateľovi s ktorým sa dohodne na forme a spôsobe.

RPŠ zabezpečí bezpečné uskladnenie všetkých sieťových prvkov pred ich inštaláciou, vrátane ochrany pred krádežou, poškodením alebo nepriaznivými podmienkami prostredia (vlhkosť, prach, teplota).

RPŠ zabezpečí, že všetky dodané sieťové prvky budú skontrolované po doručení na miesto inštalácie, aby sa predišlo chybám alebo nefunkčným zariadeniam. RPŠ potvrdí funkčnosť všetkých zariadení pred ich inštaláciou na mieste.

RPŠ je povinný s dodávkou doložiť oficiálne potvrdenie lokálneho zastúpenia výrobcu, ktorý potvrdí, že všetky dodávané zariadenia (zoznam sériových čísiel dodávaných zariadení) sú určené pre slovenský trh.

RPŠ môže využiť aktívne aj pasívne prvky inštalované na škole v rámci projektu EDUNET na základe vlastného uváženia pri zachovaní všetkých požadovaných parametrov služieb RPŠ. RPŠ tiež môže, po dohode so zástupcami školy, využiť aj iné časti pasívnej infraštruktúry na škole, samozrejme pri zachovaní všetkých požadovaných parametrov služieb RPŠ.

## Inštalácia riešenia

Inštalácia riešenia LAN/WLAN/WAN je služba zameraná na fyzickú inštaláciu sieťových prvkov pre lokálnu (LAN), bezdrôtovú (WLAN) a WAN pripojenie v danom prostredí školy. Zahŕňa fyzické prepojenie zariadení, ako sú smerovače, prepínače a prístupové body, ich nastavenie podľa navrhnutého inštalačného projektu a zabezpečenie optimálnej funkcionality a bezpečnosti siete. Cieľom je zabezpečiť plne funkčnú a stabilnú sieť, pripravenú na používanie pre všetkých používateľov.

RPŠ je povinný pri všetkých inštalačných prácach dodržiavať príslušné platné technické predpisy, stavebné normy a použitý inštalačný materiál musí zodpovedať požiadavkám Objednávateľa na službyy a požiadavkám vyplývajúcim z príslušnej legislatívny a technických noriem Slovenskej republiky.

RPŠ musí inštalovať komponenty riešenia LAN/WLAN/WAN tak ako to bolo odsúhlasené ním a štatutárom školy resp. ním poverenou osobou v Inštalačnom projekte. V prípade odchýlky od Inštalačného projektu je RPŠ povinný odsúhlasiť si tieto so štatutárom školy resp. ním poverenými osobami, zdokumentovať skutočné vyhotovenie LAN/WLAN/WAN riešenia a aktualizáciu inštalačného projektu poslať elektronicky na kontaktnú osobu Objednávateľa.

Inštalačné práce musí RPŠ vykonávať so zreteľom na minimalizáciu narušenia výučbového procesu v škole, to znamená, že práca sa musí vykonávať v časoch dohodnutých so zástupcami školy.

Inštalačné práce musí RPŠ vykonávať so zreteľom na estetickosť vykonanej inštalácie prvkov.

RPŠ pri realizácii prepojení medzi viacerými budovami, s predchádzajúcim súhlasom inštitúcie, môže využiť existujúce prechody alebo potrubia. Ak je však potrebné vytvoriť nové trasy pre prípojky, tieto musia byť navrhnuté a realizované v súlade so štandardmi odbornej praxe. To zahŕňa vytváranie vzdušných/závesných prípojok alebo inštaláciu ochranných potrubí pod povrchom zeme. Pri všetkých prácach sa musia dodržiavať odborné postupy a po dokončení prác musí dôjsť k obnoveniu budovy do jej pôvodného stavu.

RPŠ je pred vŕtaním otvorov a vykonávaním iných prác povinný uistiť sa, že nepoškodí iné inštalácie resp. obklady stien. Je povinný chrániť blízke predmety a inštalácie pred poškodením a prachom zakrývaním a obliepaním ak je to nevyhnutné (napr.: iné elektronické zariadenia)

RPŠ je pri výstavbe káblových trás je povinný oboznámiť sa so štúdiou požiarnej ochrany staveniska a následne podľa nej opraviť všetky miesta, kde bola narušená celistvosť protipožiarnej ochrany. Ak ide o inštalačné prestupy medzi dvoma rôznymi požiarnymi sektormi, je nevyhnutné utesniť miesta prestupu podľa stanovených pravidiel. V stene alebo strope je potrebné vybudovať protipožiarne zábrany minimálne v triede požiarnej ochrany existujúcej na hranici požiarnych sektorov. V prípade nedostatku dokumentácie na identifikáciu aktuálnej triedy je nutné konštruovať zábrany minimálne v triede F90.

RPŠ je povinný pristupovať k stavebným prácam zodpovedne, prípravu káblových trás musí zabezpečiť a vykonať s maximálnou starostlivosťou. Po osadení potrubia/žľabu do prestupov musí opraviť prestup okolo inštalovaného potrubia/žľabu (úprava otvoru po montáži žľabu), vyrovnať povrch maltou/omietkou, jemné vyhladiť omietky, spracovať do pripravenosti na ošetrenie (hladenie - celoplošné natieranie bielym maliarskym tmelom) a nakoniec vykonať maliarske práce bielou farbou. Počas vykonávania prác musí RPŠ chrániť priestory a zariadenia používateľa pred vplyvom prachu a po ukončení prác je potrebné priestory a plochy, na ktoré sa práce vzťahujú, vyčistiť.

RPŠ nainštalujte nástenné dátové rozvádzače pod stropom (ak to priestory umožňujú), tak, aby sa zamedzilo neoprávnenému prístupu a manipulácii s nimi neoprávneným osobám (najmä deťom, študentom).

RPŠ nainštaluje voľne stojace dátové rozvádzače tak, aby boli prístupné aspoň z troch strán. Toto usporiadanie závisí od možností daného priestoru a je dôležité pre uľahčenie údržby. Pri pridávaní nových dátových rozvádzačov preferujte ich umiestnenie vedľa existujúcich alebo v rámci tej istej miestnosti, pokiaľ to situácia umožňuje a pokiaľ sú pôvodné dátové rozvádzače vhodne umiestnené. Tým sa zabezpečí lepšia integrácia a prehľadnosť infraštruktúry.

RPŠ nainštaluje dátové rozvádzače tak aby bolo možné ich čo najjednoduchšie napojiť na prístup elektrickej energie pre aktívne prvky v ňom a zabezpečí ich pripojenie do elektriny.

RPŠ nainštaluje dátové rozvádzače prioritne v serverovniach / miestnostiach na to určených, ak je to nevyhnutné môže nainštalovať dátové rozvádzače aj na chodbách. Žiadny rozvádzač by nemal byť inštalovaný do učební/tried, kde prebieha vyučovanie.

RPŠ je povinný v prípade inštalácie dátových rozvádzačov na stenu zabezpečiť dostatočnú nosnosť riešenia inštalácie tak aby neprišlo k samovoľnému pádu alebo uvoľneniu rozvádzača.

RPŠ pri návrhu systému zabezpečí, aby umiestnenie pasívnych a aktívnych sieťových zariadení spĺňalo požiadavky dané existujúcimi priestorovými možnosťami budovy alebo jednotlivých poschodí. Je dôležité, aby po osadení všetkých prvkov do dátových rozvádzačov zostal voľný priestor v rozsahu minimálne 25 % z celkovej kapacity rozvádzača. V rámci návrhu musí byť zohľadnená nosnosť rozvádzačov, efektívny odvod tepla v súlade s odbornými normami a dostatočná vzdialenosť montážnych líšt od predných dverí rozvádzača, aby bol zabezpečený dostatočný priestor pre inštaláciu optických modulov a pripojenie optických káblov. Taktiež musí byť zohľadnená hlučnosť prvkov, tak aby prvky nenarúšali chod vyučovania.

RPŠ je povinný v prípade inštalácie dátových rozvádzačov na stenu zabezpečiť dostatočnú nosnosť riešenia inštalácie tak aby neprišlo k samovoľnému pádu alebo uvoľneniu rozvádzača.

RPŠ môže použiť pôvodné dátové rozvádzače ak ponúkajú dostatočný voľný inštalačný priestor. Pri aktualizácii modelu umiestnenia, ktorý si vyžaduje doplnenie alebo výmenu prepínačov pre LAN časť lokálnej siete, je kľúčové zabezpečiť kompatibilitu s existujúcim káblovým systémom. V prípade, že súčasný rozvádzač neposkytuje dostatočnú kapacitu pre nové vybavenie, je nutné zvoliť také riešenie, ktoré umožní pripojenie existujúcich káblových prípojok k novému zariadeniu bez potreby rozsiahlych úprav infraštruktúry.

RPŠ sa po konzultácii so zástupcom príslušnej školy môže rozhodnúť pre fyzickú výmenu existujúceho zariadenia za nové z dôvodu obmedzenej kapacity rozvádzača, je nevyhnutné tento proces starostlivo naplánovať. Pri výmene vybavenia musí byť zabezpečené, že všetky existujúce prípojky budú správne integrované a migrované na nové zariadenie. Cieľom je udržať sieť plne funkčnú bez výrazného obmedzenia služieb počas celého procesu aktualizácie.

RPŠ použije na usporiadanie a ochranu káblov vhodné typy nosičov, ako sú napr. pevné alebo ohybné PVC chrániče káblov, lišty, kanály, káblové stojany, rebríky a apod.. Tieto prvky zabezpečujú prehľadnú a bezpečnú inštaláciu káblov, pričom chránia ich pred vonkajšími vplyvmi.

RPŠ môže v rámci zjednodušenia inštalácie využiť pôvodné otvory, tunely a prechody, ktoré môžu byť adaptované pre potreby novej siete. Tým sa minimalizujú potreby nových zásahov do budovy a zároveň sa zrýchli samotný proces inštalácie.

RPŠ musí prvky ako káblové šachty, rozvodné boxy a inštalačné stĺpiky umiestňovať strategicky pre uľahčený prístup, efektívnu správu a manipuláciu počas inštalácie aj následnej údržby káblovej infraštruktúry v škole.

RPŠ musí pri inštalácii dbať ako na estetiku tak aj na bezpečnosť riešenia, a preto by nemali chýbať inštalačné krabice pre zásuvky, rozvodné boxy a ďalšie prvky, ktoré zaistia, že káblové vedenie bude vyzerať upravene a zároveň bezpečne fungovať.

RPŠ musí zabezpečiť, aby nosnosť systému káblového vedenia vyhovovala konečnému zaťaženiu káblov. Upevňovacie body musia poskytovať dostatočnú priľnavosť k podkladu a byť spojené s typizovanými spojovacími kusmi. Trasa a umiestnenie káblových nosných systémov musí byť v súlade s predpismi a profesionálnymi štandardmi, zohľadňujúc ostatné inštalácie v budove.

RPŠ musí dbať aj na bezpečnostné a prevádzkové aspekty inštalácie káblového vedenia, a to najmä že, materiály použité na výrobu chráničov, líšt a kanálov by mali mať adekvátnu protipožiarnu ochranu (napr. samozhášavé vlastnosti, bezhalogénový HFFR-LS plášť, nízka dymivosť apod.) podľa účelu budov, v ktorých sú inštalované a byť v súlade s technickými normami, zabezpečujúc tak vyššiu bezpečnosť celého systému.

RPŠ musí navrhnúť káblové vedenia tak, aby umožňovali bezpečnú inštaláciu a demontáž káblov, chránili pred poškodením a zároveň zabraňovali akumulácii vody alebo iných tekutín.

RPŠ musí zabezpečiť v častiach spoločných trás oddelenie rôznych typov káblov, napríklad oddelenie dátových káblov od káblov rozvodov nízkeho napätia (NN), aby sa eliminovalo riziko interferencie.

RPŠ musí nadimenzovať káblové vedenia s dostatočnou kapacitnou rezervou pre budúce potreby t.j. zaplniť maximálne 60 % priestoru na hlavných trasách a 40 % na odbočkách.

RPŠ zavedie systematický a jednoznačný systém označovania komponentov, zabezpečujúci jedinečný logický identifikátor pre každý prvok, odolný voči prachu a vlhkosti. Rozvádzače musia mať číselné označenie s trvalým označením výrobcu pre ľahkú identifikáciu a sledovateľnosť.

RPŠ všetky prvky riešenia vyžadujúce uzemnenie uzemní. Uzemnenie dátových rozvádzačov a príslušných zariadení musí byť prostredníctvom metalického kábla alebo opletenia s adekvátnym prierezom, podľa špecifikácií pre nástennú alebo voľne stojacu montáž.

RPŠ vybuduje slaboprúdovú prípojku len v prípade, že je to potrebné, z dôvodu pripojenia nových dátových rozvádzačov alebo kvôli nevhodnosti existujúcej prípojky. Inštaláciu musí previesť oprávnená osoba v súlade s aktuálnymi normami, Napr. STN 33 2000, IEC 604, ISO/IEC 81346,STN EN 60446 a iné.

RPŠ zabezpečí aby slaboprúdové pripojenie k hlavným dátovým rozvádzačom malo minimálne prepäťovú ochranu triedy II, ochranou pred nepriamym dotykom napätia RCD 40/0,03 A, minimálne dve dvojité prípojky na samostatných obvodoch 230V/50Hz/16A chránených automatickou poistkou s odporúčanou vypínacou charakteristikou "B",

RPŠ musí určiť polohy a zabezpečiť také množstvo WLAN AP prístupových bodov, aby zabezpečil 100% pokrytie WLAN v každej učebni/triede a na prislúchajúcich chodbách. Všetky učebne/triedy musia byť vybavené minimálne jedným bezdrôtovým prístupovým bodom, pričom väčšie miestnosti môžu vyžadovať viac bezdrôtových prístupových bodov pre zabezpečenie adekvátneho pokrytia.

RPŠ musí pri montáži WLAN AP na strop s odnímateľnými panelmi umiestniť ich na spodnej strane panelov, s príslušnými zásuvkami umiestnenými v dutine pod nimi. Pri pevných stropoch by zásuvky mali byť umiestnené priamo vedľa WLAN AP s viditeľným spojovacím káblom.

RPŠ musí určiť polohy a zabezpečiť dve (2) x LAN RJ45 zásuvky v každej učebni/triede pre pevné pripojenie zariadení. Zásuvky by mali byť umiestené na prednej steny triedy v blízkosti katedry a podľa určenia zástupcov školy vo výške 50 cm nad podlahou, aby umožnili jednoduchú manipuláciu pri zapojení zobrazovacích zariadení resp. sieťových tlačiarní.

RPŠ je zodpovedný za navrhnutie optimálnej topológie LAN/WLAN/WAN riešenia, zohľadňujúc prístupové prepínače, topológiu siete, a požiadavky na káblovú sieťovú infraštruktúru. Smerovače alebo firewally musia byť navrhnuté tak, aby zabezpečovali komunikačnú konektivitu do siete a pokročilú ochranu lokálnej siete. Ako vzor je možné vychádzať zo navrhnutej štandardnej topológie ,ktorá je súčasťou podpornej dokumentácie pasportizácie vybavenia škôl obdržanej spolu s objednávkou od Objednávateľa.

RPŠ nesmie pri inštalácii kabeláže upevňovať ich k podperám zaveseného stropu, prehýbať alebo skrúcať káble, usporadúvať káble do "česaných" zväzkov, používať nylonové káblové putá, svorky, klince, skrutky alebo podobné upevňovacie prostriedky.

RPŠ musí všetky káble ukončovať v patch paneloch v komunikačných rozvádzačoch s dodatočnou zvyškovou dĺžkou viac ako 5 metrov pre optické káble a minimálne 0,5 metra pre metalické káble. V rozvádzačoch musí byť kabeláž správne usporiadaná pomocou systému správy káblov. Vo vnútri nástenných rozvádzačov musia byť káble zoskupené do skupín pre lepšiu organizáciu a prístup k aktívnemu sieťovému zariadeniu.

RPŠ musí používať konzistentné a logické označenie vo všetkých častiach inštalácie, v súlade s inštalačným projektom. Schéma označovania by mala jasne identifikovať príslušné fyzické umiestnenia. Materiál a text označenia musia byť odolné voči environmentálnym faktorom a musia mať dlhšiu životnosť než samotné označované komponenty. Minimálne označované prvky zahŕňajú: Obsah a časti káblových kanálov, Oddeľovače v rozvádzačoch, Používateľské pripojenia, Káble a aktívne sieťové zariadenia v súlade s normami a štandardami pre označovanie LAN/WAN siete ako sú ISO/IEC 11801, TIA/EIA-568, ANSI/TIA-606, IEEE 802.3, IEEE 802.11, a iné.

RPŠ zohľadní environmentálne podmienky v mieste inštalácie, ako sú teplota, vlhkosť, prach a mechanická ochrana. Zabezpečí, že zariadenia budú inštalované v prostredí, ktoré umožňuje optimálne fungovanie, napríklad inštalácia klimatizácie alebo vetrania v serverových miestnostiach podľa potreby.

RPŠ zabezpečí, aby boli sieťové prvky inštalované v miestach chránených pred nepriaznivými vonkajšími vplyvmi a mechanickým poškodením, najmä v učebniach a verejných priestoroch.

RPŠ navrhne fyzické zabezpečenie sieťových prvkov, najmä rackových skríň, smerovačov, prepínačov a prístupových bodov, umiestnením do uzamykateľných priestorov alebo skríň, ktoré chránia pred neoprávneným prístupom a fyzickým poškodením.

RPŠ zabezpečí, že všetky sieťové prvky, ako sú switche, prístupové body, servery a kabeláž, budú nainštalované tak, aby boli ľahko prístupné pre technickú údržbu a servis. Tento prístup zahŕňa priestor na manipuláciu s komponentmi a vhodné umiestnenie káblov.

RPŠ navrhne riešenie s minimálnym počtom prierazov a prístupov, ktoré umožnia rýchly a jednoduchý servis bez potreby demontáže častí infraštruktúry.

RPŠ zabezpečí v prípade potreby (a neexistencie) vhodné prepojenie medzi jednotlivými budovami školy na základe zvážení lokálnych možností a po konzultácii so zástupcami školy.

## Konfigurácia riešenia

Konfigurácia riešenia je služba, ktorá spočíva v nastavení a optimalizácii sieťových prvkov pre LAN/WLAN/WAN podľa požiadaviek na služby RPŠ, potreby integrácie s CU a špecifických požiadaviek zástupcu školy. Zahŕňa konfiguráciu hardvéru aj softvéru, nastavenie prístupových práv, zabezpečenia siete, správu IP adries a ďalšie parametre potrebné na efektívne a bezpečné fungovanie siete. Cieľom je zabezpečiť správnu funkcionalitu siete podľa potreby užívateľov a prevádzkových požiadaviek.

Všetky sieťové nastavenia, konfigurácia a smerovanie v sieti nastavuje RPŠ podľa usmernenia dodávateľa služieb CU. Adresný plán navrhne CU a RPŠ ho nakonfiguruje implementuje smerovanie v sieti škôl podlá usmernenia CU. RPŠ sa riadi metodickým usmernením CU tak aby bolo zabezpečené čo najhomogénnejšie nastavenie služieb a sietí.

RPŠ rozdelí sieť na subnety pre rôzne typy užívateľov podľa usmernenia CU.

RPŠ zabezpečí segmentáciu siete pomocou VLAN pre zlepšenie bezpečnosti a efektívnej správy dátovej prevádzky podľa usmernenia CU.

RPŠ nastaví prístupové pravidlá obmedzujúce komunikáciu medzi VLAN, aby napríklad študentská sieť nemala prístup k administratívnej sieti.

RPŠ implementuje systém na centralizovanú správu svojej siete škôl, ktorý umožní RPŠ monitorovať prevádzku svojej siete a služieb a proaktívne v nej identifikovať problémy.

RPŠ nastaví monitoring pre sieťové zariadenia.

RPŠ implementuje automatické zálohovanie konfigurácií všetkých sieťových zariadení a uchovávať ich na bezpečnom mieste, aby bolo možné v prípade potreby rýchlo obnoviť sieť.

RPŠ nasadí centralizovaný systém riadenia WLAN pre monitorovanie a správu všetkých WLAN prístupových bodov a konfigurácií.

RPŠ v spolupráci s PCU nasadí riadenie prístupov používateľov k sieti.

RPŠ nakonfiguruje služby a sieť tak aby spĺňal požiadavky na služby a hodnoty merateľných parametrov.

## Prepojenie existujúcej školskej LAN/WLAN siete

Prepojenie existujúcej školskej LAN/WLAN siete do riešenia zahŕňa prepojenie existujúcej školskej sieťovej infraštruktúry s novým riešením. Cieľom je zabezpečiť bezproblémovú komunikáciu existujúcich sieťových prvkov a koncových zariadení s novou LAN/WLAN/WAN sieťou. Toto prepojenie zahŕňa analýzu a úpravu existujúceho nastavenia existujúcej školskej siete, aby bola sieť prepojiteľná s novým riešením s cieľom ďalej využívať služby pôvodnej infraštruktúry ako súčasti nového modernizovaného a bezpečného riešenia a minimalizovať výpadky a narušenia prevádzky školy.

RPŠ zabezpečí fyzické aj logické prepojenie existujúcich LAN/WLAN sietí s novou sieťou, ktorá je súčasťou riešenia, aby bola zaručená kontinuita komunikácie.

RPŠ nakonfiguruje bezpečné smerovanie a komunikáciu medzi zariadeniami v existujúcej sieti a novými prvkami tak, aby nedošlo k narušeniu bezpečnosti ani funkčnosti siete.

RPŠ zabezpečí správne smerovanie dátovej prevádzky z existujúcich LAN častí školy cez centrálny uzol (CU), aby sa zabezpečila efektívna a kontrolovaná prevádzka školy v rámci celej infraštruktúry.

RPŠ vykoná testovanie komunikácie medzi existujúcou a novou infraštruktúrou, aby sa zabezpečilo, že všetky zariadenia a systémy fungujú správne.

RPŠ v spolupráci so školou zabezpečí zálohovanie pôvodnej konfigurácie LAN/WLAN siete pred začatím prepájania, aby sa v prípade potreby mohla vrátiť k pôvodnému stavu.

RPŠ vykoná prepojenie siete v čase, ktorý minimalizuje dopad na bežnú prevádzku školy, aby sa predišlo dlhším výpadkom siete počas vyučovacích hodín.

RPŠ zdokumentuje všetky zmeny a aktualizácie vykonané počas zmeny pôvodnej LAN/WLAN siete a prepojením s novým riešením a poskytne kompletnú dokumentáciu zástupcom školy a Objednávateľa.

## Integrácia riešenia s CU

Integrácia lokálneho riešenia LAN/WLAN/WAN do Centrálneho uzla (CU) zabezpečí prepojenie lokálnej siete s centrálne zabezpečovanými službami CU. Táto služba zahŕňa konfiguráciu sieťových prvkov na lokálnej úrovni tak a systémov centre RPŠ, aby efektívne spolupracovali s centrálnym uzlom. Inštaláciu Customer Premises Equipment (CPE) zariadenia v centrálnom dátovom rozvádzači školy, ktoré je dodávané Poskytovateľom Centrálneho Uzla (PCU), čím sa zlepšuje celková správa siete, bezpečnosť a centralizovaná kontrola. Cieľom je zabezpečiť jednotnú prevádzku, garantovanú kvalitu služby a správu v rámci celej siete.

Súčasťou prác je v spolupráci s PCU dosiahnuť E2E funkčnosť služieb DigiNET

RPŠ po prijatí zásielky CPE zariadenia od Prevádzkovateľa CU zabezpečí inštaláciu CPE zariadenia v centrálnom dátovom rozvádzači školy podľa inštrukcií PCU. Zariadenie musí byť bezpečne inštalované, napájané a zabezpečené proti neoprávnenému prístupu.

RPŠ pripojí CPE zariadenie k existujúcej LAN infraštruktúre a k elektrickému napájaniu tak, aby bola zaistená stabilná prevádzka a funkčnosť celého systému.

V prípade potreby RPŠ vykoná konfiguráciu CPE zariadenia podľa prijatých špecifikácií Centrálneho uzla (CU). Očakáva sa že po prvých inštaláciách bude PCU schopní nakonfigurovať CPE vzdialene. V prípade potreby sa spojí so zástupcom Poskytovateľ Centrálneho uzla telefonicky/emailom aby spoločne vyriešili identifikované problémy.

RPŠ a PCU vykoná testovanie všetkých pripojení a overí, že CPE zariadenie správne komunikuje s Centrálou uzla (CU).

## Akceptačné testovanie riešenia

Testovanie riešenia pred akceptáciou je služba zameraná na overenie, či nainštalované a nakonfigurované riešenie LAN/WLAN/WAN spĺňa všetky definovane požiadavky na služby a hodnoty merateľných parametrov definovaných v opise predmetu zákazky Príloha 01b - Definícia služieb zabezpečovania prevádzky, údržby a ďalšieho rozvoja riešenia LAN/WLAN a dátovej konektivity WAN, a ďalej na kvalitu prevedenia inštalácie, kompletnosť dokumentácie a vykonania zaškolenia.

Formálny akceptačný protokol potvrdzujúci všetky požiadavky a náležitosti pre spustenie lokality školy po nainštalovaní v lokalite a pred spustením do prevádzky, bude pripravený na základe požiadaviek obstarávateľa v spolupráci s obstarávateľom.

Akceptácia zahŕňa akceptáciu zriadenia (inštalačná akceptácia) testovanie výkonu, bezpečnosti, stability a kompatibility siete, ako aj identifikáciu a odstránenie prípadných nedostatkov. Po úspešnom testovaní nasleduje oficiálna akceptácia riešenia zo strany školy, čím sa potvrdí, že riešenie je nainštalované podľa požiadaviek a pripravené na plnohodnotnú prevádzku služieb. Cieľom je zabezpečiť, aby sieť fungovala podľa očakávaní a bezchybne podporovala potreby používateľov a všetky požadované parametre.

RPŠ vypracúva testovacie scenáre pokrývajúce minimálne nižšie spomínané oblasti a pripraví testovací plán, ktorý bude zahŕňať všetky požadované priestory školy.

RPŠ vykoná testovanie a optimalizáciu LAN/WLAN siete vrátane všetkých prvkov ako Access Points (AP), switche prípadne routre.

RPŠ zabezpečí testovanie pokrytia WLAN signálom tak, aby bola zaistená plné pokrytie učební a chodieb podľa požiadaviek.

RPŠ použije vhodné nástroje na testovanie WLAN pokrytia, ako napríklad WLAN Analyzer, NetSpot alebo iné podobné aplikácie na meranie intenzity signálu.

RPŠ vykoná merania v areáli školy a zaznamená intenzitu signálu na rôznych miestach, identifikuje oblasti so slabým signálom alebo "mŕtve zóny".

RPŠ navrhne riešenia pre oblasti s nedostatočným pokrytím, napríklad pridanie ďalších AP, úpravu umiestnenia AP alebo inú zmenu konfigurácie.

RPŠ taktiež vykoná meranie pokrytia a priepustnosti WLAN pre jedného WiFi klienta kategórie smartphone alebo tablet.

RPŠ vykoná vizuálnu kontrolu všetkých fyzických sieťových prvkov (káble, zásuvky, switche) na prítomnosť poškodenia alebo nesprávneho zapojenia.

RPŠ otestuje funkčnosť všetkých ethernetových káblov a zásuviek.

RPŠ vykoná kontrolu základných nastavení switchov prípadne routerov vrátane správnych IP adries, subnetov, gateway a ďalších relevantných konfigurácií.

RPŠ overí komunikáciu medzi zariadeniami cez switche a routre pomocou vopred špecifikovaných testov, diagnostických nástrojov a postupov.

RPŠ vykoná výkonnostné testy prenosovej rýchlosti a latencie, aby sa zabezpečilo, že infraštruktúra spĺňa požadované výkonnostné štandardy.

RPŠ zdokumentuje výsledky všetkých testov, vrátane zistených problémov a vykonaných úprav, a pripraví report pre Objednávateľa.

RPŠ vykoná konečné overenie celkovej funkčnosti siete po vykonaní všetkých potrebných úprav a konfigurácií, aby sa zabezpečilo, že riešenie spĺňa všetky požiadavky.

RPŠ overí, či sa zariadenia (počítače, tablety, telefóny) môžu úspešne pripojiť k LAN aj WLAN sieti.

RPŠ vykoná simuláciu záťaže v sieti s viacerými súčasne pripojenými zariadeniami a vysokou dátovou prevádzkou.

RPŠ overí správnu segmentáciu.

## Školenia

Po ukončení inštalácie a pred oficiálnym spustením prevádzky služieb dodávateľ vykoná zaškolenie na mieste pre školou určených pracovníkov. Školiace materiály odovzdá aj vo fyzickej podobe (vytlačené) a informuje kde bude uložená ich aktuálna verzia v elektronickej podobe (napr. na web stránke dodávateľa). Školenie bude obsahovať:

* základy riešenia, postup pripojenia zariadenia do siete LAN pomocou RJ45 kábla, postup pripojenia nového zariadenia k LAN,
* rozdiely medzi WLAN a LAN pripojením, typy a funkcie prístupových bodov (AP), postup vyhľadávania a pripojenia k sieti WLAN cez AP, konfigurácia a bezpečnosť bezdrôtového pripojenia (WPA2/WPA3, SSID), spôsob overenia prístupu používateľa k sieti
* oboznámenie sa s miestami inštalácie všetkých zariadení, ich identifikácia, vedenie dátovej kabeláže a napájania,
* oboznámenie sa s inštalovanými zariadeniami, ich základná obsluha, napájanie, dátové pripojenie, kontrolky, apod. v rozsahu potrebnom pre podporu vzdialeného odstraňovania výpadkov na mieste,
* základné poučenie podmienkach zmluvy a SLA zodpovednosti školy a RPŠ a NCU,
* ako postupovať pri výpadku, kedy a ako kontaktovať operačné stredisko (NOC), spolupráca s NOC, ako zistiť stav riešenia ticketu,
* základné postup overenie funkčnosti služieb,
* postup pri bežných situáciách (pripojenie nového zariadenia, nový učiteľ, žiak, presun zariadenia, nefunguje zariadenie, služba, prístup atď.),
* postupy pri eskalácii,
* oboznámenie sa s nástrojmi monitoringu, reportingu určených pre poverených zamestnancov školy, spolu s odovzdaním prístupov do týchto nástrojov.

Školenie bude prebiehať v priestoroch školy, v rozsahu 2-4 hodiny pre 2 až 8 vybraných pracovníkov školy.

Absolvovanie školenia bude potvrdené podpísanou prezenčnou listinou, ktorá bude súčasťou odovzdanej dokumentácie riešenia.

## Dokumentácia riešenia

Dokumentáciu RPŠ umiestni v elektronickej podobe na miesto ktoré urči MŠVVaM SR. RPŠ zabezpečí pravidelné aktualizácie dokumentácie v prípade zmien v sieti, ako napríklad inštalácia nových zariadení, zmeny konfigurácie alebo rozšírenia siete. RPŠ odovzdá celú dokumentáciu vo fyzickej podobe v dvoch vyhotoveniach, jedno vyhotovenie prevezme škola a jedno vyhotovenie bude odovzdané Objednávateľovi.

RPŠ vypracuje dokumentáciu vybudovaného riešenia v rozsahu:

* Podpísaný inštalačný projekt vrátane skutočného vyhotovenia riešenia v prípade, že došlo k zmenám
* Používateľské príručky, manuály a produktové listy od výrobcov k jednotlivým prvkom
* Prezenčné listiny zo školenia
* Zápisnicu/Protokol o vykonaných testoch UAT
* Finálny akceptačný protokol s prílohami
* Fotodokumentáciu inštalovaných prvkov a rozvodov

## Akceptácia riešenia

**Akceptácia riešenia a služieb**

Akceptácia bude realizovaná na záver inštalácie na škole a pred spustením lokality do prevádzky služieb. RPŠ získa písomné potvrdenie od štatutára školy resp. ním poverenej osoby formou podpisu Akceptačného protokolu, ktorý bude obsahovať minimálne:

1. Základné údaje o projekte
   1. Názov projektu: Identifikácia projektu
   2. Zmluvné strany: Údaje o dodávateľovi (RPŠ) a za používateľa školy štatutár resp. ním poverená osoba.
   3. Dátum podpisu protokolu: Dátum, kedy bol akceptačný protokol podpísaný.
   4. Miesto inštalácie: Presná adresa školy a identifikácia priestorov, kde bolo riešenie nasadené.
   5. Zodpovedné osoby: Mená a kontaktné údaje zodpovedných osôb z oboch strán.
2. Popis realizovaného riešenia
   1. Rozsah prác: Detailný popis nainštalovaných a nakonfigurovaných zariadení (AP, switche, routre, káblová infraštruktúra).
   2. Technické špecifikácie: Zoznam všetkých použitých zariadení s uvedením ich modelov, sériových čísel a ďalších technických parametrov.
   3. Konfigurácia siete: Stručný prehľad konfigurácie (VLAN segmentácia, IP adresácia, QoS nastavenia, bezpečnostné pravidlá atď.).
   4. Zoznam všetkých relevantných testov: Popis testov, ktoré boli vykonané, vrátane WLAN pokrytia, káblovej integrity, výkonnostných testov siete atď.
3. Výsledky testovania parametrov služieb podľa opisu predmetu zákazky Prílohy 01b
   1. Výsledky pokrytia WLAN: Dokumentácia o intenzite signálu vo všetkých testovaných priestoroch, vrátane identifikácie akýchkoľvek úprav (napr. dodatočné AP).
   2. Výsledky testovania LAN siete: Záznamy o testovaní káblov, zásuviek, switchov a routerov, vrátane výsledkov výkonnostných testov (prenosová rýchlosť, latencia).
   3. Ostatných služieb a parametrov podľa Prílohy 01b
   4. Zistené nedostatky: Zoznam všetkých zistených problémov počas testovania a spôsob ich riešenia alebo návrhy na ich riešenie.
4. Záverečné posúdenie
   1. Vyhlásenie o funkčnosti riešenia: Potvrdenie, že všetky technické a funkčné požiadavky boli splnené a že sieťová infraštruktúra je plne funkčná.
   2. Vyhlásenie o bezpečnosti: Potvrdenie, že boli splnené všetky bezpečnostné normy a že sieť je chránená proti potenciálnym hrozbám.
   3. Vyhlásenie o 100% pokrytí tried/učební a príslušných chodieb WLAN a počte zásuviek RJ45
5. Zálohovanie a dokumentácia
   1. Zálohovanie konfigurácií: Potvrdenie, že konfigurácie všetkých sieťových zariadení boli zálohované.
   2. Poskytnutie dokumentácie: Odovzdanie kompletnej technickej a prevádzkovej dokumentácie, vrátane manuálov a konfiguračného dizajnu.
6. Školenie na škole: Potvrdenie o vykonanom školení na škole podľa požiadaviek vyššie.
7. Vyhlásenie o akceptácii
   1. Akceptácia riešenia: Vyhlásenie objednávateľa (škola), že akceptuje riešenie ako plne funkčné a pripravené na používanie.
8. Podpisy zmluvných strán
   1. Podpis RPŠ: Meno a podpis zástupcu RPŠ
   2. Podpis zástupcu školy: Meno a podpis zástupcu školy.

Cieľom je preveriť prevádzku inštalovaného riešenia a jej súlad s požadovanými parametrami.

Na uplatnenie nároku na zvyšok ceny za riešenie na škole RPŠ vykoná po 3 mesiacoch analýzu prevádzky, vypracuje report a zašle ho MŠVVaM SR.

Analýza prevádzky bude obsahovať nasledovné:

* Plnenie parametrov služieb
* Početnosť incidentov – počet incidentov za dané obdobie každej severity na škole musí byť primeraný rozsahu inštalovaného riešenia na škole
* Odstraňovanie incidentov v časoch podľa SLA

# Prílohy

## Zoznam skratiek

| **Skratka** | **Vysvetlenie** | |
| --- | --- | --- |
| ACL | Access Control List | |
| AES | Advanced Encryption Standard | |
| AP | Access Point (prístupový bod) | |
| API | Application Programming Interface | |
| ARP | Address Resolution Protocol | |
| BPDU | Bridge Protocol Data Unit | |
| CPE | Customer Premises Equipment | |
| CRSD | Centralizované riešenie správy a dohľadu | |
| CTP | Centrálny Ticketing Portál | |
| CU | Centrálny Uzol | |
| DDoS | Distributed Denial of Service | |
| DFŠ | Detailná Funkčná Špecifikácia | |
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol | |
| DNS | Domain Name System | |
| DoH | DNS over HTTPS | |
| DoT | DNS over TLS | |
| DUD | Digitálne učivo na dosah | |
| FQDN | Fully Qualified Domain Name | |
| GM | Google Maps | |
| HECC | Highly Equipped and Connected Classroom | |
| HFFR-LS | Halogen-Free Flame Retardant Low Smoke | |
| HTTPS | HyperText Transfer Protocol Secure | |
| HW | Hardvér | |
| ICMP | Internet Control Message Protocol | |
| IDS | Intrusion Detection System | |
| IEC | International Electrotechnical Commission | |
| IGMP | Internet Group Management Protocol | |
| IKT | Informačné a Komunikačné Technológie | |
| IPS | Intrusion Prevention System | |
| IT | Informačné Technológie | |
| ITIL | Information Technology Infrastructure Library | |
| LACP | Link Aggregation Control Protocol | |
| LAN | Local Area Network | |
| LLDP | Link Layer Discovery Protocol | |
| LSOH | Bezhalogénový spomaľovač horenia s nízkou dymivosťou | |
| MAB | Media Access Control Authentication Bypass | |
| MAC | Media Access Control | |
| MŠVVaM SR | Ministerstvo školstva výskumu vývoja a mládeže SR | |
| MU-MIMO | Multi-User Multiple Input Multiple Output | |
| MV SR | Ministerstvo Vnútra Slovenskej republiky | |
| NASES | Národná Agentúra pre Sieťové a Elektronické Služby | |
| NOC | Network Operations Center | |
| OPZ | Opis Predmetu Zákazky | |
| OS | Operačný Systém | |
| P.B. | Percento bodu | |
| PC | Osobný Počítač | |
| PCU | Primary Control Unit | |
| PDF | Portable Document Format | |
| PoC | Proof of Concept | |
| PoE | Power over Ethernet | |
| PSK | Pre-Shared Key | |
| PVC | Polyvinylchlorid | |
| QoS | Quality of Service | |
| RADIUS | Remote Authentication Dial-In User Service | |
| RCD | Residual Current Device | |
| RPŠ | Regionálny Partner Školy | |
| RSSI | Received Signal Strength Indicator | |
| RU | Rack Unit | |
| RX SOP | Receiver Start of Packet | |
| SFP | Small Form-factor Pluggable | |
| SLA | Service Level Agreement | |
| SOC | Security Operations Center | |
| SR | Slovenská republika | |
| SSID | Service Set Identifier | |
| STN | Slovenská Technická Norma | |
| STP | Spanning Tree Protocol | |
| SW | Softvér | |
| SYSLOG | System Logging Protocol | |
| TCP | Transmission Control Protocol | |
| TKIP | Temporal Key Integrity Protocol | |
| UDP | User Datagram Protocol | |
| UL/DL | Upload/Download | |
| URL | Uniform Resource Locator | |
| VLAN | Virtual Local Area Network | |
| VPN | Virtual Private Network | |
| WAN | Wide Area Network | |
| wIDS | Wireless Intrusion Detection System | |
| WiFi | Wireless Fidelity | |
| wIPS | Wireless Intrusion Prevention System | |
| WLAN | Wireless Local Area Network | |
| WoL | Wake on LAN | |
| WPA | Wi-Fi Protected Access | |
| ZM | Základný model | |
| ZTP | | Zero Touch Provisioning |

## Zoznam obrázkov

[Obrázok 1: Základný/Rámcový návrh architektúry 11](#_Toc184575627)

[Obrázok 2: Usporiadanie škôl 14](#_Toc184575628)

[Obrázok 3: Vzorová architektúra riešenia na škole 20](#_Toc184575629)

## Zoznam tabuliek

[Tabuľka 1: Zoznam pojmov 5](#_Toc184575630)

[Tabuľka 2: Zoznam IKT požiadaviek pre naplnenie vstupnej úrovne štandardu 6](#_Toc184575631)

[Tabuľka 3: Rozdelenie podľa krajov 13](#_Toc184575632)

[Tabuľka 4: Prehľad kategorizácie škôl 15](#_Toc184575633)

[Tabuľka 5: Prehľad dostupných dát a ich zdroj 16](#_Toc184575634)

[Tabuľka 6: Kategórie switchov 25](#_Toc184575635)

[Tabuľka 7: Technická špecifikácia pre switch typu 24POE+4OPT 31](#_Toc184575636)

[Tabuľka 8: Technická špecifikácia pre switch typu 8ETH+OPT 33](#_Toc184575637)

[Tabuľka 9: Tabuľka 9: Technická špecifikácia pre switch typu 24POE 34](#_Toc184575638)

[Tabuľka 10: Technická špecifikácia pre switch typu 24ETH 36](#_Toc184575639)

[Tabuľka 11: Technická špecifikácia pre switch typu 24OPT 37](#_Toc184575640)

[Tabuľka 12: Technická špecifikácia pre WiFi AP - vnútorný 39](#_Toc184575641)

[Tabuľka 13: Technická špecifikácia pre WiFi AP – vnútorný 41](#_Toc184575642)