

**Projektová dokumentace bezdrátové  
počítačové sítě v budovách Střední  
dopravní školy v Plzni,  
Karlovarská 99**

Vypracoval: Ing. Jan Beneš  
Jaroslav Malát  
SOFTECH Plzeň  
Duben 2015

## OBSAH

<b>1. CÍL PROJEKTU.....</b>	<b>3</b>
<b>2. POSTUP PŘI NÁVRHU ROZŠÍŘENÍ BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ.....</b>	<b>4</b>
2.1 PRAVIDLA NÁVRHU.....	4
2.2 PRINCIP NÁVRHU.....	4
2.3 VÝZNAMNÉ TECHNOLOGIE AKTUÁLNĚ POUŽÍVANÉHO SYSTÉMU, KTERÉ POMÁHAJÍ K VYSOKÉMU VÝKONU A BEZVÝPADKOVÉMU REŽIMU .....	5
2.4 NEZÁVISLÝ TEST WIFI ZAŘÍZENÍ.....	6
<b>3. ROZŠÍŘENÍ STÁVAJÍCÍ BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ .....</b>	<b>9</b>
3.1 PROPOJENÍ PAVILONU „A“ A PAVILONU „B“ OPTICKÝM KABELM .....	9
3.1.1 Instalace nové páteřní sítě optickým kabelem .....	9
3.1.2 Způsob instalace propojení pavilonů.....	10
3.2 CONTROLLER .....	10
3.3 ACCES-POINTY .....	10
<b>4. TECHNICKÁ ZPRÁVA A VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE .....</b>	<b>12</b>
4.1 ROZŠÍŘENÍ WIFI SÍTĚ V PAVILONU „A“ .....	12
4.1.1 Instalace nového AP-A3 v přízemí.....	12
4.1.2 Instalace nového AP-A6 ve čtvrtém patře.....	13
4.1.3 Přesun stávajícího AP-A4 ve druhém patře.....	13
4.2 ROZŠÍŘENÍ WIFI SÍTĚ DO PAVILONU „B“ .....	14
4.2.1 Instalace nových AP v přízemí.....	14
4.2.2 Instalace nových AP v 1. patře .....	15
4.3 ROZŠÍŘENÍ WIFI SÍTĚ NA ŘEDITELSTVÍ ŠKOLY .....	17
4.3.1 Instalace nového AP-S1 na ředitelství školy.....	17
<b>5. INSTALACE ROZVADĚČŮ A REKONSTRUKCE MÍSTNOSTÍ.....</b>	<b>18</b>
5.1 PAVILON „B“ - MÍSTNOST B016 .....	18
5.2 PAVILON „A“ – KABINET AK14 .....	18
<b>6. DOPORUČENÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>20</b>
6.1 SWITCH .....	20
6.1.1 Místnost B016 – switch B .....	20
6.1.2 Sekretariát – switch E.....	21
6.1.3 Kabinet AK14 (serverovna) – switch A.....	21
6.2 WIFI.....	22
6.2.1 Centrální správa – wifi controller .....	22
6.2.2 Nové access-pointy .....	22
<b>4. ZÁVĚR .....</b>	<b>25</b>

# 1. Cíl projektu

**Vytvoření dostatečně podrobných podkladů pro realizaci rozšíření centrálně řízené bezdrátové sítě ve stávajících budovách školy.**

Návrh uvedeného řešení je koncipován s ohledem na kompatibilitu a jednotnou správu s již instalovaným stávajícím systémem. Pro vlastní rozšíření bezdrátové sítě, je tedy nutné opět zvolit stejné technologie, jiné technologie nejsou kompatibilní se stávající strukturou. Jelikož jsou areály školy spojeny přes VPN, je možné, že při případném výpadku jednoho z kontrolérů převezme funkci kontrolér v jiné lokalitě.

Pro rozšíření sítě aktivními prvky navrhujeme kompatibilní přepínače s již instalovanými, které budou dostatečně propustné, budou disponovat jednotným managementem, jednotnými prvky pro rozšíření (optika), podporou VLAN a v neposlední řadě doživotní zárukou a špičkovým servisem.

Tím se významně zjednodušuje a zefektivňuje centrální dohled nad celou sítí.

**Všechny již použité technologie vytváří spokojené uživatele!!!**

**Aktuálně používané prvky sítě:**

- 1x     Controller Ruckus Zone Director 1112**
- 8x     AP ZoneFlex 7363**
- 5x     POE switch HP 1910-24G (365W)**
- 4x     Switch HP 1910-48G**

Cílem je vytvoření technické zprávy a výkresové dokumentace pro:

- Rozšíření stávající wifi sítě v pavilonu „A“
- Rozšíření wifi sítě do pavilonu „B“
- Rozšíření wifi sítě do prostor ředitelství školy
- Umístění a instalace doporučených přístupových bodů AP
- Instalace kabeláže a lišt v chodbách a učebnách
- Osazení racku aktivními prvky a kabeláží

## 2. Postup při návrhu rozšíření bezdrátové sítě

- Postup při návrhu sítě:
  - zjištění základních požadavků
  - zjištění místních podmínek
  - prvotní návrh technologie
  - konkrétní měření na vhodném prvku
  - konzultace
- Tvorba projektové dokumentace:
  - technická zpráva
  - výkresová dokumentace

### 2.1 Pravidla návrhu

- Návrh musí navazovat na již používané a osvědčené technologie s jednotným managementem.
- Celá síť musí být centrálně řízená.
- Všechna přípojná místa jsou vzájemně záměnná.
- Je shodné přenosové médium (metalický nebo optický kabel) pro společné rozvody - CAT6 a MM 50/125.
- Kabely jsou zakončeny v datových rozváděčích do patch panelu a optické vany.
- Fyzické přepojování umožňují propojovací patch panely (vany) v datových rozváděčích pomocí propojovacích patch kabelů.
- AP musí být navržena a umístěna tak, aby pokryla potřebný prostor wifi signálem a nabídla dostatečný výkon pro vysoký počet současně připojených uživatelů.
- WIFI síť musí splňovat vysoké nároky na bezpečnost i na narušení bezpečnosti.

### 2.2 Princip návrhu

**Princip návrhu vychází z maximální efektivity a jednoduchosti, kterou nám nabízí již instalovaný centrálně řízený systém pomocí centrálního prvku - wifi kontroléru.**

Co to je Wireless Controller?

Jsou případy, kdy implementace WiFi sítě, vzhledem k rozsahu a počtu přístupových bodů (AP), vyžaduje centralizované řešení. A to nejen z důvodů bezpečnostních, ale i z hlediska zjednodušení správy a konfigurace. V takových případech se do WiFi sítě implementuje zařízení (wireless controller), které centrálně spravuje jak konfiguraci jednotlivých AP, tak i zabezpečení přístupu klientů do celé sítě. Taková zařízení, kromě sjednocené správy a vyvažování výkonu, nabízí i další funkce, jako switch, PoE injektor, či možnost propojení s různými systémy autentifikace uživatele. Pokud vytváříme rozsáhlejší WiFi síť s použitím takových kontrolerů, hovoříme o řízené WiFi síti. Oproti běžnému scénáři nasazení WiFi v rozsáhlejších objektech, tedy skupině nezávislých AP, nabízí síť řízená kontrolérem mnoho výhod:

- možnost vytvoření rozsáhlé jednotné bezdrátové sítě s automatizovaným řízením výkonu AP
- automatické přeladování rádií pro minimalizaci rušení s okolními sítěmi a maximalizaci výkonu
- hromadnou konfiguraci skupiny 6 – 256 přístupových bodů
- hromadnou správu WiFi sítí napříč celou školou
- rovnoměrné rozprostírání zátěže na jednotlivá AP pro maximalizaci dostupnosti
- možnost vysílání více virtuálních sítí – oddělení hostů
- WIDS – systém pro odhalování a prevenci útoků na bezdrátovou síť
- L3 Fast roaming v celé síti
- PoE porty pro přímé napájení AP po ethernetu
- clustering – redundance AP i kontroléru
- možnost propojení s externími systémy na autentifikaci uživatelů
- většinu běžných nastavení je možné provést velmi rychle pomocí intuitivních průvodců.

### **2.3 Významné technologie aktuálně používaného systému, které pomáhají k vysokému výkonu a bezvýpadkovému režimu**

**BeamFlex** je technologie šíření signálu založená na více anténním systému MIMO (Multiple Input – Multiple Output), který vysílání směřuje do antén, které mají v daném okamžiku optimální přístup ke klientovi. Vyzařovací charakteristika antény se tak automaticky přizpůsobuje momentálním podmínkám, přístupový bod samostatně reaguje na rušivé signály a vyhodnocuje nejlepší vyzařovací diagram pro obsluhu připojených klientů v reálném čase.



Potlačením interference a využitím systému aktivních antén je zajištěno několikanásobné zvýšení dosahu přístupových bodů Ruckus oproti konkurenci. Tato vlastnost je obzvláště patrná v rádiově komplikovaných prostorech, jako jsou kovové haly, prostory s kovovými regály nebo prostory vybudované z železobetonu. Přístupové body Ruckus se sami přizpůsobují aktuálnímu stavu RF prostředí, proto odpadá nutnost provádění site survey. Ruckus tak šetří čas a náklady na zavedení bezdrátové sítě.

**SmartCast** je vysoce sofistikovaný nástroj pro klasifikaci paketů vyvinutý společností Ruckus Wireless jako nadstavba standardů IEEE za účelem zajištění bezchybného přenosu multicastového provozu i v tom nejnáročnějším prostředí. Algoritmus optimalizovaný pro multimédia zajišťuje řízení multicastového provozu, kombinuje chytrý QoS a klasifikaci datových paketů. Zprostředkovává monitorování RF pásma, kvality služeb a rozbor obsahu každého paketu. SmartCast řídí přenosové fronty s ohledem na kolísání zpoždění a jitteru, sleduje nároky na šířku pásma a mění se výkon stanice a zajišťuje tak nejlepší přenos videa,

hlasu i dat pro všechny uživatele. Díky kombinaci technologií SmartCast a BeamFlex je pouze Ruckus schopen dodat předvídatelný výkon potřebný pro perfektní přenos hlasu a videa.

**Host Access** je standardní součástí technologie ZoneFlex je aplikace, která umožňuje snadno vytvářet individuální časově omezené přístupové účty pro hosty nebo návštěvníky. S využitím technologií MultiSSID a 802.1Q VLAN jsou tito uživatelé standardně připojeni do odděleného segmentu sítě, aby nemohli nijak ovlivnit chod organizace.

Technologie **SpeedFlex** je jednoduchým, ale velmi efektivním nástrojem, který umožňuje administrátorovi sledovat výkon bezdrátové sítě a diagnostikovat přenosovou rychlost. Tento nástroj poskytuje neocenitelné informace zejména v případě využití technologie MESH, kdy může v závislosti na změnách prostředí docházet ke změnám přenosové rychlosti.

Jednoduchá aplikace běžící na pozadí počítače poskytuje informace, na základě kterých může systém ZoneFlex provést detailní měření přenosové rychlosti a dalších parametrů a tak odhalit případnou oblast s nedostatečnou kvalitou signálu.

## 2.4 Nezávislý test WIFI zařízení

**Co se vše může pokazit na wifi signálu a jak mohou přístupové body přispět ke zlepšení vašeho bezdrátového výkonu, to prověřoval nezávislý odborník na 65 wifi klientech v reálném prostředí s vysokým rušením. Tomuto testu bylo vystaveno šest konkurenčních AP. Kdo zůstal na konci s čistým štítem?**

Z těchto šesti přístupových bodů používají pouze Meraki a HP konfiguraci s trojitou anténou a třemi streamy (3x3:3). Ve skutečnosti šlo o jediné dva přístupové body typu 3x3:3, které jsme byli schopni najít na trhu v době testování. Aruba AP125 je zcela standardním modelem pro firemní prostředí, který se prodává teprve chvíli. Podobně i přístroj 2x2:2 ZoneFlex 7363 od firmy Ruckus je zástupce střední třídy přístrojů z nabídky pro firmy. Cisco 3500 je současný špičkový AP od giganta v segmentu sítí.

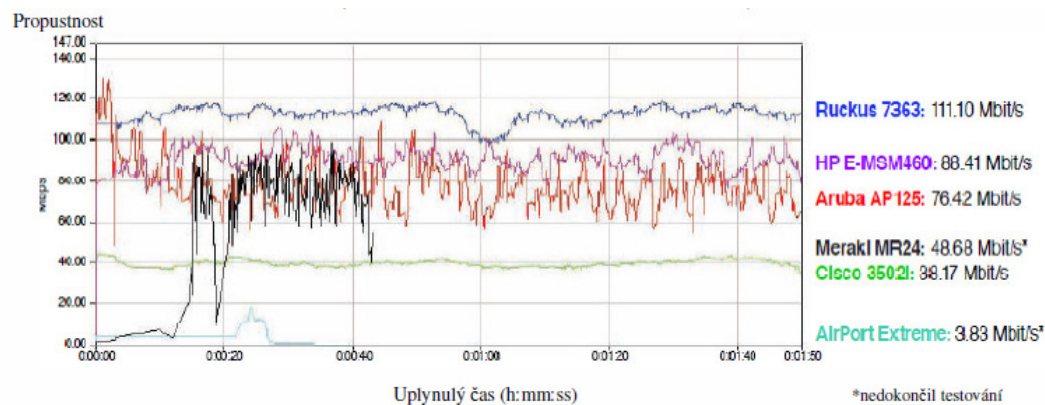
**Kde je zapotřebí se zamyslet nad výběrech ze široké nabídky všech možných výrobců AP?**

V moderní domácnosti technických nadšenců je nemyslitelné, aby tam bylo víc než deset wifi přístrojů připojených k jednomu přístupovému bodu. Pokud počítáme notebooky a smartphony, kolik zařízení se připojuje ve vaší místní restauraci? Představte si, kolik by jich bylo ve školní tělocvičně při nějaké veřejné události nebo v zasedací místnosti při jednání všech výkonných činitelů. Když necháte 60 notebooků, aby se připojily k jednomu AP a všechny běžely současně v obousměrném provozu, není to přitažené za vlasy. Jak dobře si daný AP povede v takovýchto podmínkách, určuje nejen míru spokojenosti koncového uživatele, ale také to, kolik přístupových bodů společnost bude muset zakoupit k pokrytí předpokládaného zatížení v dané oblasti.

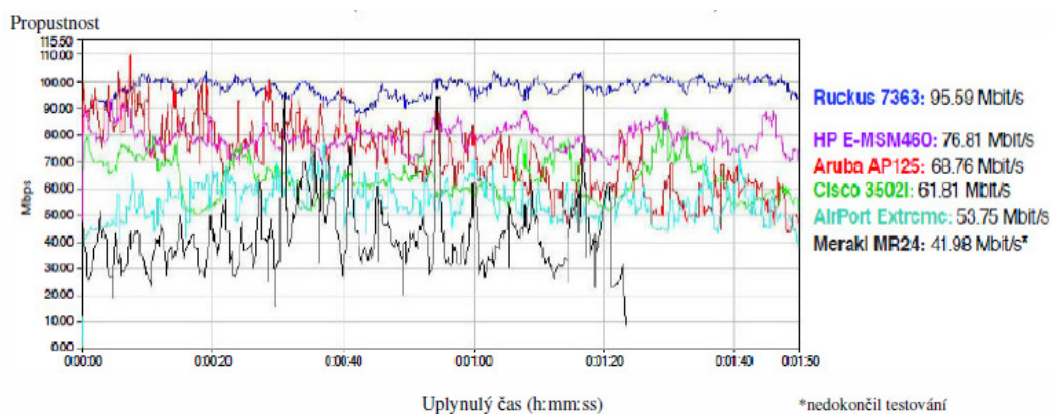
Zde se můžeme poprvé podívat na to, jak se přístupové body vyrovnají s tím, když na ně udeří 60 klientů v podobě notebooků. Protože jsme se pokoušeli o simulaci skutečného použití, dohodli jsme se na poměru provozu downloadu a uploadu v poměru 75 % k 25 %. Z našich prvních výsledků jsme věděli, že optimální propustnost pro jednoho klienta se nachází někde mezi 160 a 170 Mb/s. Z raných dat iPadu získáte představu o tom, jak se agregovaná propustnost zvyšuje pro více současných klientů. Jsou zde však omezení. **Každý daný přístupový bod zvládne tolik provozu pouze do té doby, než začne být příliš zatíženo.**

**Agregovaná propustnost (TCP download) 60 notebooků:**

(simultánní stahování souboru o velikosti 1 MB)

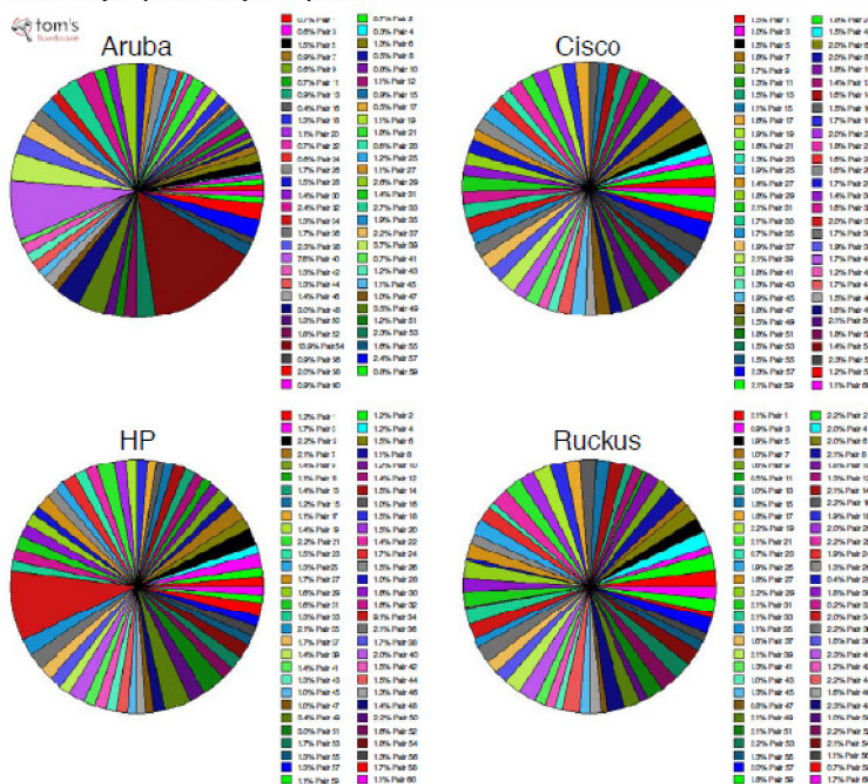
**Agregovaná propustnost (TCP upload) 60 notebooků**

(simultánní stahování souboru o velikosti 1 MB)

**Celý test dokončily pouze čtyři přístupové body.**

Níže je srovnání, jak tyto čtyři přístupové body rozdělují šířku pásma podle jednotlivých klientů. **V tomto ohledu odvádějí nejlepší práci Cisco a Ruckus** a zajišťují každému klientovy spravedlivou část dostupné šířky pásma.

Přidělení kapacity klientům podle výrobce



Zdroj:



Prvotřídní internetový zdroj nezávislých recenzí, novinek a informací o technologii.



### 3. Rozšíření stávající bezdrátové sítě

#### 3.1 Propojení pavilonu „A“ a pavilonu „B“ optickým kabelem

V rámci tohoto projektu dojde k propojení pavilonu „A“ a pavilonu „B“ optickým kabelem. Tím se nahradí současné nevyhovující propojení metalickým kabelem, které svojí délkou převyšuje povolený parametr.

##### 3.1.1 Instalace nové páteřní sítě optickým kabelem

Abychom celou síť maximálně zjednodušili na administraci a zvýšili její propustnost, umístíme do kabinetu AK14 na 1 poschodí pavilonu „A“ nový centrální switch 24G (switch A), který bude přes optické transceivery spojoval POE switch 48G (switch B) v místnosti B016, v přízemí pavilonu „B“. Pro tento rozvod jsme zvolili vícevidový optický kabel MM 50/125 (multimode).

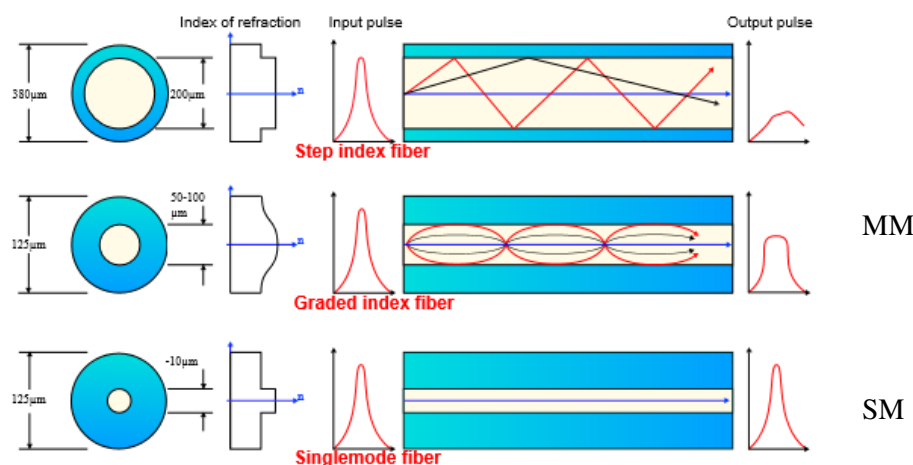
	<b>dosah technologie</b>	<b>cena řešení</b>
UTP/STP	100 m	nízká
Multimode - MM	do 2 km	nízká
Singlemode - SM	min. 3 km (až desítky km)	vyšší

Optické kabely jsou aktuálně nejlepší volbou pro páteřní rozvody, ale jejich význam stále roste i v horizontálních rozvodech při propojování koncových uzlů. Optické kabely jsou principálně dvou typů – jednovidové (single mode) a vícevidové (multimode). Každé vlákno má dva základní parametry, dané číslem uváděným u popisu typu kabelu.

U multimodového je to 50/125 nebo 62,5/125 (v nových instalacích dnes prakticky nepoužívaný), u singlemodového je to 9/125.

Vícevidové optické vlákno MM - rychlost přenosu se může pohybovat až 10 Gbit/s na vzdálenosti do 600 metrů. To je více než dostačující parametr pro většinu instalací.

Na obrázku je ukázka vstupního a výstupního impulsu.



K zakončení optických kabelů v rozvaděči bude zapotřebí optické vany, k propojení všech uzlů do sítě poslouží vhodné optické patch cordy, které budou spojoval optický transceiver SFP ve switchi s optickou vanou.

Optické transceivery jsou normalizované zařízení (zásuvné moduly) pro použití v jednotlivých přepínačích (switchích). Jak již název napovídá, transceivery v sobě sdružují vysílač/transmitter a přijímač/reciever.

Small Form-factor Pluggable (SFP nebo také mini-GBIC) je technický standard kompaktních optických zásuvných transceiverů. Jde o populární, velmi rozšířený, výrobci aktivních optických komponent masivně podporovaný modul, jehož modernější konstrukce postupně vytěšňuje starší GBIC a externí media konvertory. SFP moduly se vyrábí a dodávají v mnoha variantách podle použitého typu vlákna, přenosového protokolu, překlenované vzdálenosti (až 200km) a vlnové délky. Pro vyšší rychlosti (10Gbps) se dnes v zařízeních objevují formáty typu XFP či SFP+.

### 3.1.2 Způsob instalace propojení pavilonů

Mezi jednotlivými uzly, které se nachází na 1 poschodí pavilonu „A“ a v přízemí pavilonu „B“, bude nově natažen vícevláknový optický kabel 50/125, 8 vláken.

K propojení těchto dvou uzlů bude zapotřebí cca 120m optického kabelu, k natažení bude převážně využito stávajících lišt, nově bude zapotřebí cca 20m lišty o rozměru 40x20mm. V jednotlivých uzlech bude kabel vždy ukončen do optické vany.

#### Použité komponenty pro novou instalaci optického kabelu:

Univerzální gelový kabel MM 50/125  $\mu$ m, 8 vláken, LSOH, CLT, s ochranou proti hlodavcům

Optický pigtail 50/125 ST, MM, OM3

19“ optická vana 24x ST + spojka ST SM/MM, průchozí ztráty musí být menší než 0.2dB

Patch kabel 50/125 LC, ST, MM, OM3, duplex

Transceiver 1G SFP LC SX

## 3.2 Controller

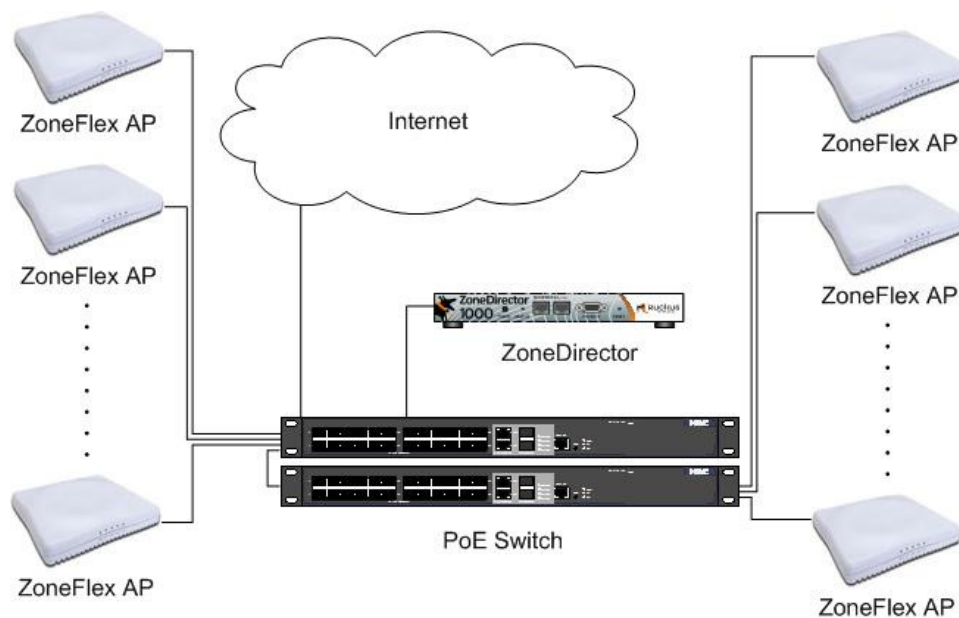
V rámci projektu musí dojít k rozšíření licence na již používaný Zone Director Ruckus ZD1112, který má aktuálně maximální počet připojených AP 12 ks. Licencí rozšíříme maximální počet připojených AP až na 25 ks, tedy na ZD1125.

Tyto licence nám pokryjí 8 již instalovaných AP + 2 nová AP v pavilonu „A“ + 6 nových AP (3+3) na každém patře v pavilonu „B“ + 1 AP v prostorách ředitelství školy. Celkem bude v prostorách školy nově kontrolérem spravováno 17 AP.

## 3.3 Acces-pointy

Všechny nové Acces-pointy musí již splňovat normu **802.11ac s propustností až 867 Mb/s**. Ke všem AP bude z racku přiveden UTP kabel CAT6. Tímto kabelem bude zajištěno kromě datového přenosu také napájení AP – Power over ethernet. Odpadá tím instalace napájecích kabelů k jednotlivým AP.

**Schématické znázornění aktuálně používané centrálně řízené wifi sítě v prostorách školy:**



## 4. Technická zpráva a výkresová dokumentace

Před realizací této dokumentace došlo k odzkoušení a proměření prostor stejnou a tedy kompatibilní bezdrátovou technologií za použití AP Ruckus – ZF R500. Toto AP je plnohodnotným nástupcem již instalovaných a používaných AP ZF 7363 a splňuje nebo i převyšuje vlastnosti původního řešení. Toto AP pokryje všechny prostory školy, včetně chodeb a přilehlých kabinetů a svým výkonem vyhovuje i ostatním kritériím.

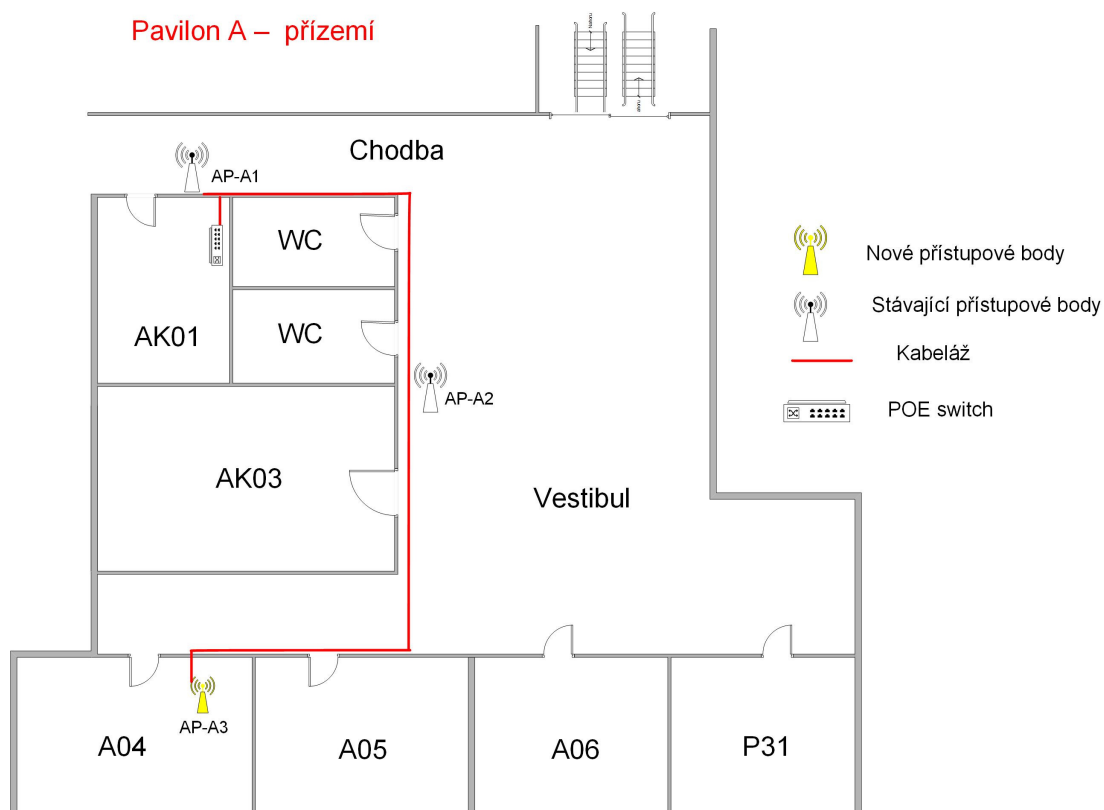
### 4.1 Rozšíření WIFI sítě v pavilonu „A“

V rámci tohoto projektu dojde k rozšíření stávající sítě v budově „A“ o dva nové přístupové body AP-A3 a AP-A6 a k posunutí již instalovaného AP-A4.

#### 4.1.1 Instalace nového AP-A3 v přízemí

AP-A3 bude instalováno v přízemí na strop, v učebně A04 dle obrázku. Nový cca 85m dlouhý UTP kabel CAT6 bude tažen do stávajícího racku v kabinetu AK01 v přízemí a bude připojeno na již instalovaný POE switch HP 1910-24G. Částečně bude využito stávajících lišt, které budou doplněny novými, cca 8m, o rozměru 20x20mm.

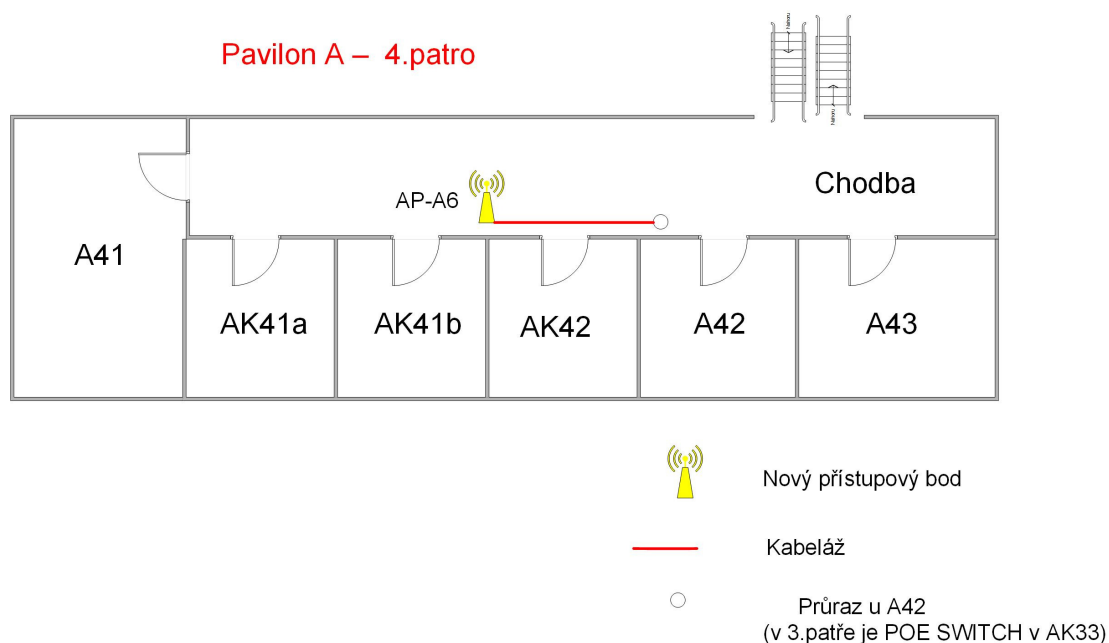
Všechny obrázky mají ilustrativní charakter a znázorňují rozvržení jednotlivých AP.



### 4.1.2 Instalace nového AP-A6 ve čtvrtém patře

AP-A6 bude instalováno na strop ve čtvrtém patře, na chodbě mezi učebnou AK42 a AK41b. K AP bude natažen nový cca 55m UTP kabel CAT6 do stávajícího racku v kabinetu AK33 ve třetím patře. Zde bude AP připojeno na již instalovaný POE switch HP 1910-24G.

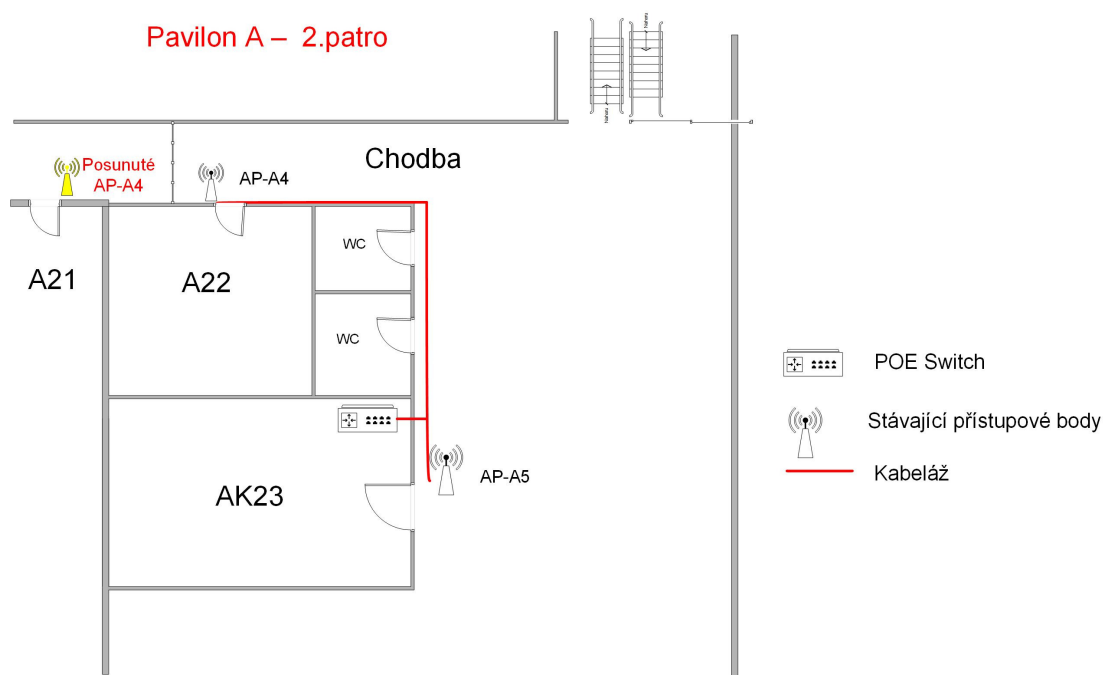
Částečně bude využito stávajících lišt. Nově bude instalováno cca 8m lišt o rozměru 20x20mm. K prostupu mezi patry bude nově vytvořen průraz u učebny A42.



### 4.1.3 Přesun stávajícího AP-A4 ve druhém patře

AP-A4 ve druhém patře pavilonu „A“, které dostatečně nepokrývá svým signálem učebnu A21 bude přesunuto do lepší pozice. Původní pozice AP u učebny A22 se změní a posune za skleněné dveře blíže k učebně A21. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 45m dlouhý UTP kabel CAT6 do stávajícího racku umístěného v AK23. Zde bude AP připojeno na již instalovaný POE switch HP 1910-24G.

Převážně budou použity stávající lišty, nově bude instalováno cca 5m lišt rozměr 20x20mm.



## 4.2 Rozšíření WIFI sítě do pavilonu „B“

V rámci tohoto projektu dojde k rozšíření stávající bezdrátové sítě do pavilonu „B“ o šest nových přístupových bodů AP-B1 až AP-B6.

### 4.2.1 Instalace nových AP v přízemí

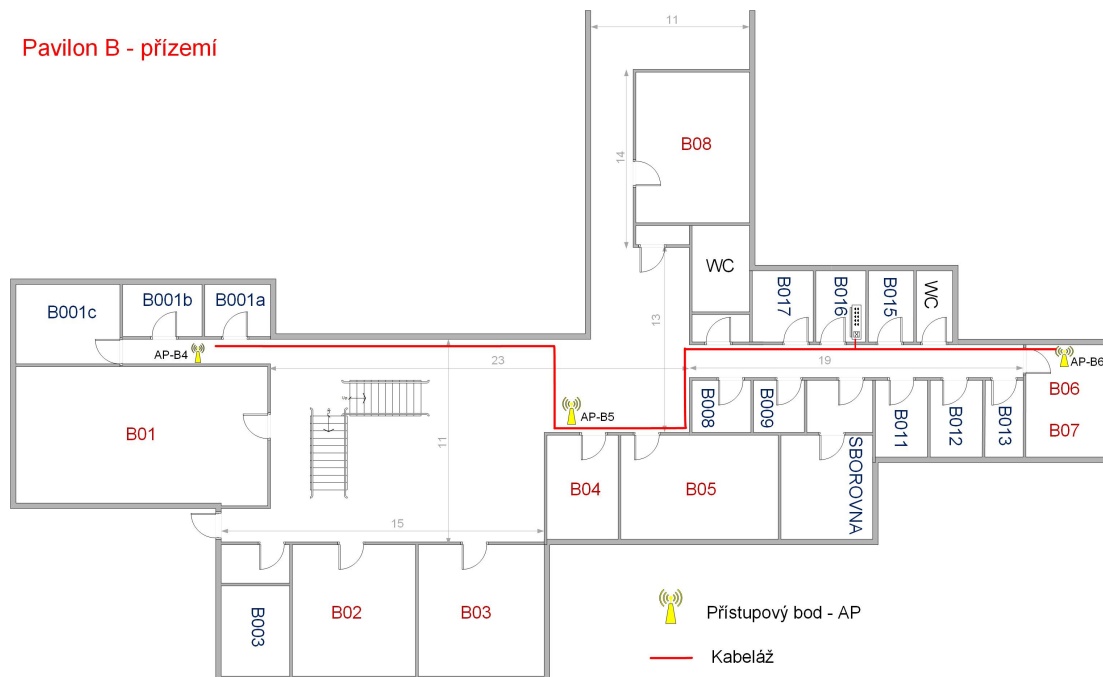
AP-B6 v přízemí pavilonu „B“ bude umístěno do místnosti B06. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 20m dlouhý UTP kabel CAT6 do nově instalovaného racku umístěného v místnosti B016. AP bude připojeno na nový POE switch „B“ 48 portů. Převážně budou použity stávající lišty, nově bude instalováno cca 6m lišt rozměr 20x20mm.

AP-B5 v přízemí pavilonu „B“ bude umístěno na chodbu k učebně B04. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 35m dlouhý UTP kabel CAT6 do nově instalovaného racku umístěného v místnosti B016. AP bude připojeno na nový POE switch „B“ 48 portů. Převážně budou použity stávající lišty, nově bude instalováno cca 10m lišt rozměr 20x20mm.

AP-B4 v přízemí pavilonu „B“ bude umístěno do chodbičky vedle učebny B01. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 60m dlouhý UTP kabel CAT6 do nově instalovaného racku umístěného v místnosti B016. AP bude připojeno na nový POE switch „B“ 48 portů. Převážně budou použity stávající lišty, nově bude instalováno cca 20m lišt rozměr 20x20mm.

Rozmístění jednotlivých přístupových bodů a trasa kabeláže je znázorněna zde:

#### Pavilon B - přízemí



B01, B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08 - třídy, učebny  
B001a, b, c, B003, B008, B009, B011, B012, B013, B015, B016, B017 - kabinety

### 4.2.2 Instalace nových AP v 1. patře

AP-B1 v 1. patře pavilonu „B“ bude umístěno v učebně B15. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 55m dlouhý UTP kabel CAT6 do nově instalovaného racku umístěného v místnosti B016. AP bude připojeno na nový POE switch „B“ 48 portů.

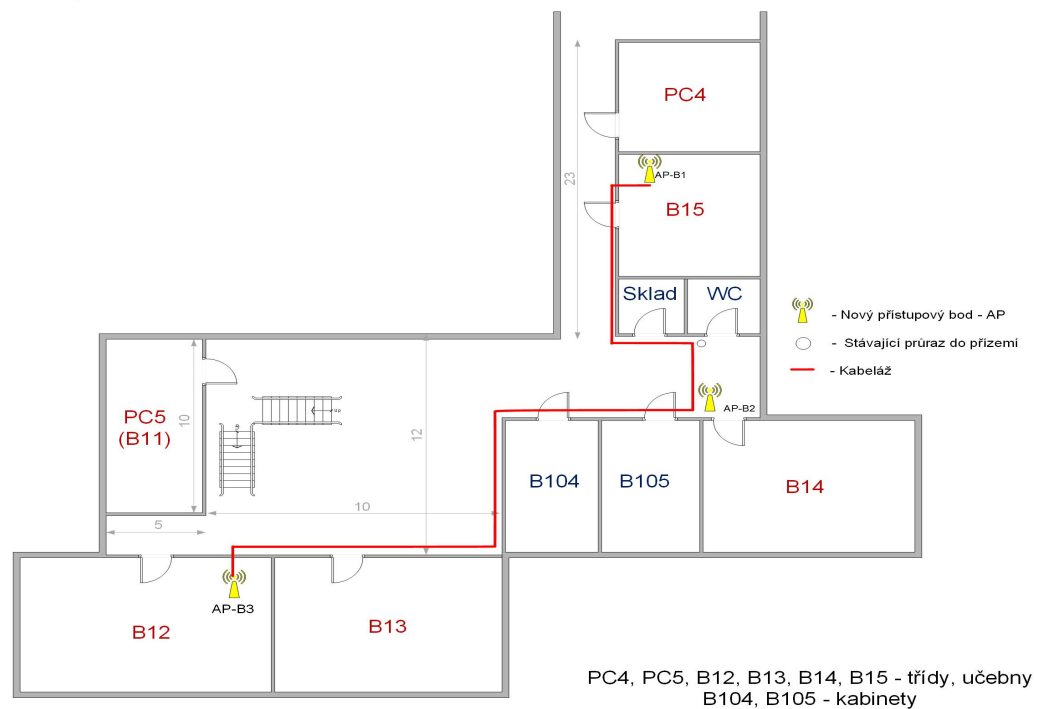
AP-B2 v 1. patře pavilonu „B“ bude umístěno na chodbu poblíž učebny B14. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 30m dlouhý UTP kabel CAT6 do nově instalovaného racku umístěného v místnosti B016. AP bude připojeno na nový POE switch „B“ 48 portů.

AP-B3 v 1. patře pavilonu „B“ bude umístěno do učebny B12. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 65m dlouhý UTP kabel CAT6 do nově instalovaného racku umístěného v místnosti B016. AP bude připojeno na nový POE switch „B“ 48 portů.

Na celé patro bude zapotřebí nainstalovat cca 20m nových lišt o rozměru 20x20mm, jinak bude využito stávajících. K natažení kabelů z patra do přízemí (místnost B016) bude vytvořen nový průraz na chodbě u WC.

Rozmístění jednotlivých přístupových bodů, trasa kabeláže a průraz je znázorněn zde:

### Pavilon B – 1. patro





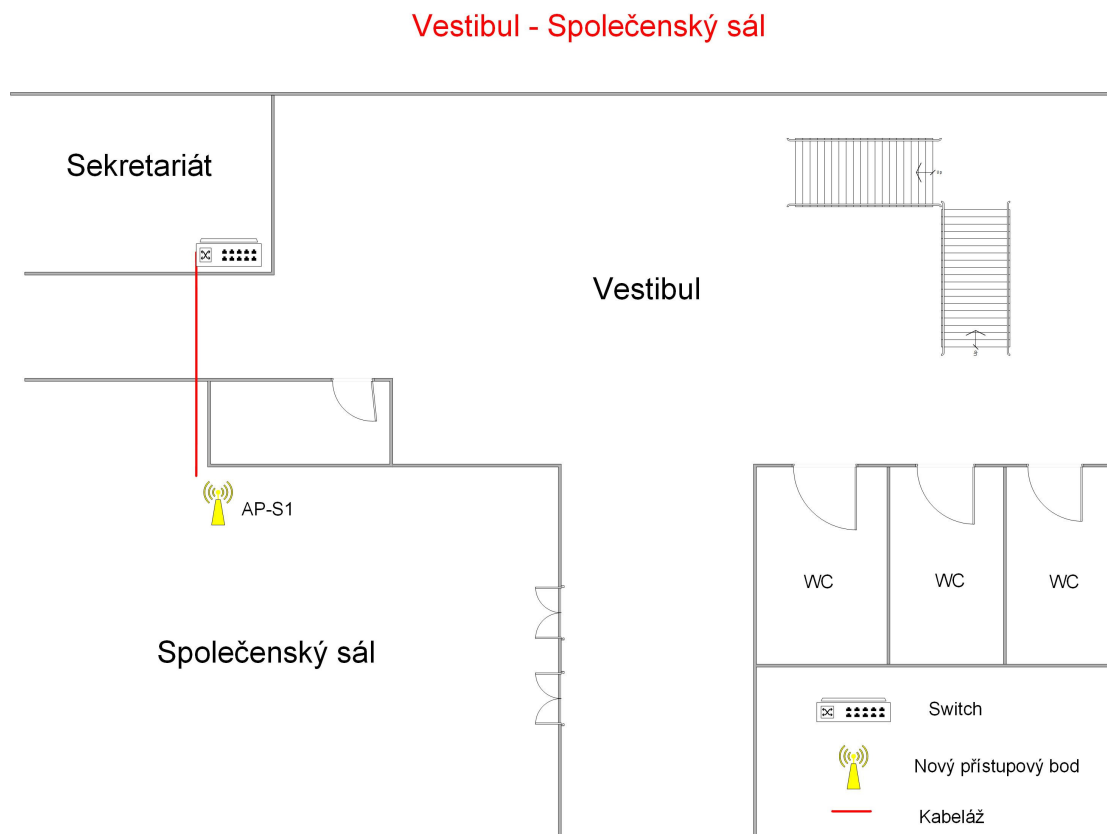
### 4.3 Rozšíření WIFI sítě na ředitelství školy

V rámci tohoto projektu dojde k rozšíření stávající bezdrátové sítě do prostor ředitelství školy a pokrytí signálem společenského sálu přístupovým bodem AP-S1.

#### 4.3.1 Instalace nového AP-S1 na ředitelství školy

AP-S1 bude umístěno do společenského sálu na ředitelství školy. Instalace bude provedena na stropě a k AP bude natažen nový cca 25m dlouhý UTP kabel CAT6. Ten bude připojen na nový switch „E“ v sekretariátu ředitele. AP bude napájeno po ethernetu přes **gigabitový** POE injektor ve standardu IEEE802.3af/at. K uložení kabelu bude instalováno cca 20m nových lišt o rozměru 20x20mm.

Umístění přístupového bodu a trasa kabeláže je orientačně znázorněna zde:



## 5. Instalace rozvaděčů a rekonstrukce místnosti

### 5.1 Pavilon „B“ - místnost B016

Do místnosti B016 v přízemí bude instalován nový závěsný rozvaděč

**19“ jednoduchý rozvaděč 9U, 600mm, skleněné dveře.**

Rack bude obsahovat:

- Nový 48 portový POE Switch 370W, který bude kompatibilní se stávajícím řešením a bude obsahovat jednotný management.
- 1x transceiver 1G SFP LC SX – kompatibilní se switchem
- 2x modulární patch panel 24 portů
- 26x konektor Keystone
- 26x 0,5m UTP kabel CAT6
- 1x vyvazovací panel (5x tvrdé plast. oko 3x6cm)
- 1x rozvodný panel (5x 230V 1U)
- 1x optická vana 24x ST
- 8x optická spojka ST MM simplex
- 1x patch kabel 50/125 LC – ST MM OM3 1m

Z tohoto racku bude veden optický kabel, který bude spojovat pavilon „B“ s pavilonem „A“, a budou z něj také taženy kabely UTP CAT6 k jednotlivým AP. K tomu bude převážně využito stávajících lišt, nově bude instalováno cca 60m lišt o rozměru 20x20mm. V místnosti B016 pak cca 4m lišty o rozměru 40x40mm. Všechny nové i stávající rozvody budou zakončeny v optické vaně a ve dvou modulárních patch panelech 24 portů umístěných v racku.

### 5.2 Pavilon „A“ – kabinet AK14

Do kabinetu AK14 v prvním patře bude instalován nový stojanový rozvaděč

**19“ 42U, 600x1000, přední dveře síto**

Rack bude obsahovat:

- nový 24 portový L3 Switch „A“, který bude kompatibilní se stávajícím řešením a bude obsahovat jednotný management.
- stávající 24 portový POE Switch.
- stávající HW wifi kontrolér doplněný potřebným počtem licencí
- 2x modulární patch panel 24 portů
- 24x konektor Keystone CAT6
- 24x 0,5m UTP kabel CAT6

- 2x vyvazovací panel (5x tvrdé plast. oko 3x6cm)
- 1x rozvodný panel (8x 230V 1U) s přepětovou ochranou
- 2x police s perforací 19", 1U, 850mm, nosnost 80kg
- 1x 19" ventilační jednotka, 4 ventilátory 230V, s termostatem, 1U
- 1x optická vana 24x ST pro zakončení
- 8x optická spojka ST MM simplex
- 1x patch kabel 50/125 LC, ST MM OM3 1m duplex

Z důvodů plánovaného rozšiřování bude stávající nevyhovující nástěnný rack 9U nahrazen stojanovým 42U. Do budoucna se uvažuje o instalaci serveru do racku. Pro tento účel bude rack již připraven. Z nového racku bude veden optický kabel, který bude spojovat pavilon „B“ s pavilonem „A“, a budou z něj také taženy stávající kabely UTP CAT6 k jednotlivým AP. Všechny nové i stávající rozvody budou zakončeny v optické vaně a ve dvou modulárních patch panelech 24 portů umístěných v racku.

## 6. Doporučené technické řešení

Aktuálně používané prvky sítě:

- 1x Controller Ruckus Zone Director 1112
- 8x AP ZoneFlex 7363
- 5x POE switch HP 1910-24G (365W)
- 4x Switch HP 1910-48G

### 6.1 Switch

#### 6.1.1 Místnost B016 – switch B

Do místnosti B016 v pavilonu „B“ bude umístěn nový, s ohledem na budoucí rozšíření o IP kamery, 48mi portový POE switch 10/100/1000 s těmito minimálními parametry.

**Switch B:**

- L3 Lite switch
- 48 portů 10/100/1000 Mbps PoE+ RJ-45 s podporou *Auto-Negotiation*
- 4 SFP porty 1000 Mbps
- 1x management port (Console)
- Vzdálená správa přes CLI, HTTP, HTTPS, SNMP (1, 2c, 3) a Telnet, web management
- Podpora následujících funkcí: Access Control List (ACL), ARP, Auto-uplink (auto MDI/MDI-X), Cable Diagnostics Function, Class of Service (CoS), DHCP client, DHCP relay, Dual firmware images, Flow control, IGMP snooping, IPv6, Jumbo Frames, Layer 2 switching, MLD snooping, Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), Port isolation, Port mirroring, Port Security, Quality of Service (QoS), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), Single IP Management (SIM), Spanning Tree Protocol (STP), Static routing (IPv4, IPv6), STP Root Guard, Strict Priority Queuing (SPQ), Syslog, VLAN, automatic VLAN assignment, Weighted Round Robin (WRR) queuing, Radius authentication, SSL
- Podpora následujících standardů: IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
- Přepínací kapacita nejméně 104 Gbps
- Velikost routovací tabulky: min. 32 záznamů (IPv4), min. 32 záznamů IPv6, min. 16384 MAC záznamů
- Latence: < 5us (100/1000 Mb)
- RAM: 128MB
- PoE výkon 370W
- Provedení: do racku
- Doživotní záruka se servisem Next Business Day (výměnou).

Minimálně 6 portů bude sloužit pro připojení a napájení AP.

#### Transceiver:

Switch B bude obsahovat transceiver s těmito minimálními parametry:

- MiniGBIC (SFP) 1000Base-SX (LC)
- 1Gb modul pro MM vlákna ve standardním provedení 50  $\mu\text{m}$  a 62.5  $\mu\text{m}$ ,
- vlnová délka: 850 nm, LC (duplex),
- maximální vzdálenost 2 - 275 m pro 62.5  $\mu\text{m}$  @ 200 MHz\*km, maximální vzdálenost 2 - 550 m pro 50  $\mu\text{m}$  @ 500 MHz\*km,
- typ kabelu: Multi-mode na standardní ITU-T G.651 a ISO / IEC 793-2 typu A1B,

- modul pracuje v IEEE 802.3z Type 1000Base-LX (pouze full duplex)
- doživotní záruka výrobce

## 6.1.2 Sekretariát – switch E

Za již nevyhovující starý switch 16 portů, bude instalován do sekretariátu na ředitelství školy nový switch 24 portů 10/100/1000 s těmito minimálními parametry.

Switch E:

- L3 Lite switch
- 24 portů 10/100/1000 Mbps RJ-45 s podporou *Auto-Negotiation*
- 4 SFP porty 1000 Mbps
- 1x management port (Console)
- Vzdálená správa přes CLI, HTTP, HTTPS, SNMP (1, 2c, 3) a Telnet, web management
- Podpora následujících funkcí: Access Control List (ACL), ARP, Auto-uplink (auto MDI/MDI-X), Cable Diagnostics Function, Class of Service (CoS), DHCP client, DHCP relay, Dual firmware images, Flow control, IGMP snooping, IPv6, Jumbo Frames, Layer 2 switching, MLD snooping, Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), Port isolation, Port mirroring, Port Security, Quality of Service (QoS), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), Single IP Management (SIM), Spanning Tree Protocol (STP), Static routing (IPv4, IPv6), STP Root Guard, Strict Priority Queuing (SPQ), Syslog, VLAN, automatic VLAN assignment, Weighted Round Robin (WRR) queuing, Radius authentication, SSL
- Podpora následujících standardů: IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.3az, IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
- Přepínací kapacita nejméně 56 Gbps
- Velikost routovací tabulky: min. 32 záznamů (IPv4), min. 32 záznamů IPv6, min. 8192 MAC záznamů
- Latence: < 5us (100/1000 Mb)
- RAM: 128MB
- Provedení: do racku
- Doživotní záruka se servisem Next Business Day (výměnou)

K tomuto přepínači bude připojen AP-S1, napájení bude zajišťovat **gigabitový** POE injektor 30W.

## 6.1.3 Kabinet AK14 (serverovna) – switch A

Pro velký nedostatek portů bude ke stávajícímu POE přepínači HP 1910-24G umístěn nový centrální L3 switch 24 portů s flexibilní 10Gb konektivitou a těmito minimálními parametry.

Switch A:

- L3 switch
- 20 portů 10/100/1000 Mbps RJ-45 s podporou *Auto-Negotiation*
- 4 dual personality porty 10 Gbps (SFP+) / 10GBase-T
- 1x port RJ-45 Management (RS-232)
- 1x port Type B Management (Mini-USB)
- Vzdálená správa přes CLI, HTTP, HTTPS, SNMP (1, 2c, 3) a Telnet, web management
- Podpora následujících funkcí: SNMP (v1,v2,v3), VLAN support and tagging (4094 VLAN Ids, 256 VLAN současně), GARP VLAN Registration Protocol, Jumbo packet support, RPVST+, DHCP server, static IP routing, RIPv1, RIPv2, RADIUS 802.1X authentication, Web-based authentication, MAC-Based authentication, Access control lists, source port filtering, Radius / TACACS+, SSL, Secure shell, DHCP protection, dynamic ARP protection, STP root guard, Dual flash images, RMON, XRMON, a sFlow, Friendly port names, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree, IEEE 802.3ad link-aggregation-control protocol (LACP), Ring and chain stacking topology, SmartLink, IGMP snooping, LLDP-MED (Media Endpoint Discovery), IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP), QoS (Traffic prioritization (IEEE 802.1p), Layer 4 prioritization, Class of Service, Rate limiting, OpenFlow

- Podpora následujících standardů: IEEE 802.1AX , IEEE 802.1D , IEEE 802.1p , IEEE 802.1Q , IEEE 802.1s , IEEE 802.1v , IEEE 802.1w , IEEE 802.3, IEEE 802.3ab , IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.3az , IEEE 802.3u , IEEE 802.3x
- Přepínací kapacita nejméně 128 Gbps
- Velikost routovací tabulky: min. 2048 záznamů (IPv4), min. 256 záznamů IPv6
- Latence: < 9μs (100Mb), < 3.3 μs (1000Mb)
- RAM: 512MB
- Provedení: do racku
- Doživotní záruka se servisem Next Business Day (výměnou)

### Transceiver:

Switch A bude obsahovat transceiver s těmito minimálními parametry:

- MiniGBIC (SFP) 1000Base-SX (LC)
- 1Gb modul pro MM vlákna ve standardním provedení 50 μm a 62.5 μm,
- vlnová délka: 850 nm, LC (duplex),
- maximální vzdálenost 2 - 275 m pro 62.5 μm @ 200 MHz\*km,
- maximální vzdálenost 2 - 550 m pro 50 μm @ 500 MHz\*km,
- typ kabelu: Multi-mode na standardní ITU-T G.651 a ISO / IEC 793-2 typu A1B
- modul pracuje v IEEE 802.3z Type 1000Base-LX (pouze full duplex)
- doživotní záruka výrobce

## 6.2 Wifi

### 6.2.1 Centrální správa – wifi controller

Centrální správu celého prostředí bude zajišťovat stávající hardwarový wifi kontrolér **Zone Director 1112**, rozšířený o licence na další AP, který je umístěn v serverovně, kabinet AK14, bod 3.2.

### 6.2.2 Nové access-pointy

Vysoký výkon bude zajištěn novým kompatibilním Smart Wi-Fi přístupovým bodem s technologií adaptivních antén s automatickým zmírněním rušení.

Při výběru wireless technologie je třeba zohlednit kompatibilitu se stávajícím řešením, velikost budovy, použité stavební materiály, ale dále také služby, které by se mohly díky tomuto projektu do budoucna realizovat. Kompatibilní zařízení by proto mělo využívat nejnovější wireless technologie pro docílení maximálního pokrytí prostoru signálem, vysokou propustnost i celkovou kapacitu a divergenci bezdrátové sítě.

**K tomu by mělo podporovat například technologie Beamflex, SmartCast nebo obdobné, zajišťující stejné funkce, které jsou s těmito technologiemi plně kompatibilní.**

**Beamflex:** technologie šíření signálu založená na více anténním systému MIMO (Multiple Input – Multiple Output), který vysílání směřuje do antén, které mají v daném okamžiku optimální přístup ke klientovi. Vyzářovací charakteristika antény se tak automaticky přizpůsobuje momentálním podmínkám, přístupový bod samostatně reaguje na rušivé signály a vyhodnocuje nejlepší vyzářovací diagram pro obsluhu připojených klientů v reálném čase. Technologie Beamflex zajišťuje 2-4 vyšší dosah než běžné přístupové body.

**Smartcast:** nástroj vytvořený za účelem zajištění bezchybného přenosu multicastového provozu i v tom nejnáročnějším prostředí. Algoritmus optimalizovaný pro multimédia zajišťuje řízení multicastového provozu, kombinuje chytrý QoS a klasifikaci datových paketů. SmartCast řídí přenosové fronty s ohledem na kolísání zpoždění a jitteru, sleduje nároky na šířku pásma a mění se výkon stanice a zajišťuje tak nejlepší přenos videa, hlasu i dat pro všechny uživatele.

Mezi další dobře využitelné technologie lze zařadit:

SmartMesh - umožňuje postavit bezdrátovou síť i bez kabelové infrastruktury na připojení přístupových bodů.

ChannelFly - prediktivní dynamický výběr vhodných kanálů pro optimalizaci celkové kapacity bezdrátové sítě.

Air Time Fairness - spravedlivé rozdělení pásma mezi různé typy klientů.

Bandsteering - automatické převedení klientů podporujících 5GHz do tohoto pásma.

TxBF - transmit beamforming dosahuje v kombinaci s technologií BeamFlex vynikajících výsledků.

Adaptivní diverzita polarizace - lepší přenos pro zařízení s horším signálem nebo měnící polohu.

#### **Minimální požadované parametry pro nákladově efektivní vysoký výkon:**

- Dva stream MIMO 2x2:2
- Dual band (5GHz / 2.4 GHz) podpora – souběžně pracující rádia
- technologie adaptivních antén (BeamFlex) s automatickým zmírněním rušení
- Max. propustnost na uživatele 867 Mb/s (5 GHz) a 300 Mb/s (2,4 GHz)
- Až 4dB zlepšení při rušení a šumu (SINR) a až 10 dB zmírnění rušení
- Podpora až 500 klientů
- Díky alternativnímu skenování pozadí přístupů s výběrem vhodného kanálu přináší až 50 % kapacitní zisk.

#### **Systém adaptivních antén a automatické zmírnění rušení**

- Až 2x rozšířený rozsah pro oblast působnosti
- Automatické zmírnění rušení, optimalizované pro prostředí s vysokou hustotou
- Duální polarizované adaptivní antény s 64 vyzářovacími charakteristikami pro každé rádio pro ultra-spolehlivost

### **Souběžná podpora HD IPTV, VoIP a data**

- Podpora pro izochronní a vícesměrového vysílání IP streamovaného videa
- Čtyři fronty na klientské stanice

### **Diferencované služby s více identifikátory SSID**

- Podpora pro více BSSID s jedinečným QoS a bezpečnostní politiky
- WPA-PSK (AES), podpora 802.1 X
- ZERO-IT a dynamické PSK
- Captive portál pro účty hostů
- Podpora protokolu RADIUS a Active Directory



## **4. Závěr**

Projekt vychází ze skutečností známých na začátku března 2015.

Projekt řeší rozšíření stávající bezdrátové a počítačové sítě ve stávajících prostorách školy.

Celé řešení je dimenzováno s určitou rezervou pro snadný rozvoj a možnost změn v konfiguraci jak kabeláže, tak i aktivních a wireless prvků.