

# Modernizace počítačové sítě na základní škole

Bc. Miroslav Michalina

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslav Michalina**  
Osobní číslo: **A15333**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Počítačové a komunikační systémy**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Modernizace počítačové sítě na základní škole**  
Téma anglicky: **The Modernisation of the Computer Network of an Elementary School**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte aktuální stav počítačové sítě.
2. Popište důvody pro modernizaci stávající sítě.
3. Navrhněte varianty možného řešení a tyto zhodnoťte.
4. Realizujte zvolené řešení po technické i konfigurační stránce.
5. Vyhodnoťte provedenou modernizaci.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. KUROSE, James F. a Keith W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2014, 622 s. ISBN 978-80-251-3825-0.
2. CARROLL, Brandon. Bezdrátové sítě Cisco: autorizovaný výukový průvodce. Brno: Computer Press, 2011, 478 s. Samostudium. ISBN 978-80-251-2884-8.
3. HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.
4. XIAO, Yang, Frank Haizhon LI a Hui CHEN. Handbook of security and networks. New Jersey: World Scientific, c2011, xxi, 551 s. ISBN 978-981-4273-03-9.
5. SOSINSKY, Barrie A. Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jiří Korbel, Ph.D.**

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

**3. února 2017**

Termín odevzdání diplomové práce:

**17. května 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*děkan*



Ing. Miroslav Matýšek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 17.5.2017

.....  
podpis diplomanta



## **ABSTRAKT**

Cieľom diplomovej práce bolo vytvoriť návrhy na modernizáciu počítačovej siete v Základnej škole J. A. Komenského v Čadci. V úvode práce sú vysvetlené základné informácie o počítačových sieťach, ich topológiách, aktívnych a pasívnych prvkoch v sieťach, používaných štandardoch a bezpečnosti v bezdrôtových sieťach. V praktickej časti práce sa popisuje aktuálny stav siete, jej nedostatky a nevhodné riešenia. Zadefinované sú očakávanie novej siete. Následne boli vypracované tri návrhy na modernizáciu podľa rozsahu modernizácie, použitých zariadení a ekonomických ukazovateľov. V návrhoch sú zakomponované použité nové sieťové zariadenia, použité technológie, mapy štruktúrovanej kabeláže, popis zariadení, príprava na implementáciu návrhu, cenová kalkulácia. V závere sú porovnané navrhované riešenia.

Kľúčové slová: LAN, WAN, WIFI, bezdrôtové siete, návrh siete, modernizácia siete

## **ABSTRACT**

The aim of my theoretic bachelor thesis was to make drafts to modernization of computer network in J. A. Komenský Primary School in Čadca. In the introduction of thesis are explained the basic informations about computer networks, its topologies, active and passive elements in networks, used standards and security in safety network. In the practical part is described the actual state of the school network, its deficiencies and wrong solutions. There are defined the expectations of the new network. There are prepared three drafts for modernization of the network by range of the modernization, used equipments and by economical indicators. There are included the new network equipment in drafts, used technologies, the maps of structure of cabling. There is a description of equipment, preparation to implementation of draft and price calculation too. In the end of work are compared all proposed drafts.

Keywords: LAN, WAN, WIFI, wireless networks, draft of the network, modernization of the network

## **Pod'akovanie**

Chcel by som pod'akovať vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Jiřímu Korbelovi, Ph.D. za odborné rady, cenné pripomienky a vedenie mojej diplomovej práce.

Rovnako by som chcel pod'akovať mojej rodine a priateľke Zuzke za veľkú podporu počas celého štúdia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČASŤ</b> .....	<b>11</b>
<b>1 DELENIE POČÍTAČOVÝCH SIETÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 ROZDELENIE POČÍTAČOVÝCH SIETÍ PODĽA VEĽKOSTI .....	12
1.1.1 PAN.....	12
1.1.2 LAN.....	12
1.1.3 MAN .....	13
1.1.4 WAN .....	13
1.2 ROZDELENIE POČÍTAČOVÝCH SIETÍ PODĽA POUŽITEJ TOPOLOGIE .....	13
1.3 FYZICKÉ TOPOLOGIE .....	13
1.3.1 Zbernicová topológia .....	13
1.3.2 Hviezdicová topológia .....	14
1.3.3 Kruhová topológia.....	15
1.3.4 Stromová topológia .....	16
1.3.5 Mesh topológia.....	17
1.4 LOGICKÉ TOPOLOGIE .....	17
1.4.1 Reťazová topológia .....	17
1.4.2 Hviezdicová topológia .....	18
1.4.3 Topológia mesh.....	18
1.5 DELENIE SIETÍ PODĽA PRÍSTUPU .....	18
1.5.1 Sieť peer-to-peer .....	19
1.5.2 Sieť klient-server.....	19
<b>2 PRVKY V POČÍTAČOVÝCH SIETĎACH</b> .....	<b>21</b>
2.1 PASÍVNE SIEŤOVÉ PRVKY.....	21
2.1.1 Krútená dvojlinka.....	21
2.1.2 Optický kábel .....	25
Mnohovidové (Multi Mode Fiber).....	26
Jednovidové (Single Mode Fiber).....	27
2.1.3 Koncovky optických káblov .....	27
2.1.4 Pravidlá zaobchádzania s optickými káblami .....	28
2.2 AKTÍVNE SIEŤOVÉ PRVKY .....	29
2.2.1 Zosilňovač, opakovač (Repeater).....	29
2.2.2 Rozbočovač (Hub) .....	29
2.2.3 Prepínač (Switch).....	30
2.2.4 Smerovač (Router) .....	31
2.2.5 Sieťová karta .....	31
<b>3 ŠTANDARBY SIEŤOVÉHO HARDVÉRU</b> .....	<b>33</b>
3.1 ETHERNET .....	33
3.1.1 Ethernet používaný v minulosti .....	33
3.1.2 Fast Ethernet.....	34
3.1.3 Gigabitový Ethernet .....	34
3.1.4 10GB Ethernet (802.3ae) .....	35

3.2	BEZDRÔTOVÉ SIETE .....	35
3.2.1	Ad hoc siete .....	36
3.2.2	Režim infraštruktúry .....	37
3.2.3	Štandard 802.11 .....	37
3.2.4	Štandard 802.11b .....	38
3.2.5	Štandard 802.11g .....	38
3.2.6	Štandard 802.11a .....	38
3.2.7	Štandard 802.11n .....	39
3.2.8	Štandard 802.11ac .....	39
3.3	BEZPEČNOSŤ BEZDRÔTOVÝCH SIETÍ .....	40
3.3.1	WEP .....	40
3.3.2	WPA a WPA2 .....	41
<b>II PRAKTICKÁ ČASŤ .....</b>		<b>43</b>
<b>4</b>	<b>ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU SIETE .....</b>	<b>44</b>
4.1	ROZMIESTNENIE BUDOV A LOGICKÁ MAPA POČÍTAČOVEJ SIETE .....	45
4.1.1	Rozmiestnenie budov a popis miestností .....	45
4.1.2	Logická mapa počítačovej siete .....	46
4.2	BEZPEČNOSŤ SIETE .....	47
4.2.1	Zariadenia bezpečnosti a bezpečnostný software .....	47
4.3	ZHODNOTENIE STAVU SIETE .....	48
4.3.1	Nevyhovujúce riešenia a slabé stránky realizovanej počítačovej siete .....	48
4.4	POŽIADAVKY NA MODERNIZÁCIU .....	49
<b>5</b>	<b>NÁVRHY POČÍTAČOVEJ SIETE.....</b>	<b>51</b>
5.1	POMENOVANIE ZARIADENÍ A SPRÁVA SIETE .....	51
5.2	ADRESOVANIE V SIETI .....	52
5.3	SERVER .....	53
5.4	ČIASTOČNÁ MODERNIZÁCIA NAJKRITICKEJŠÍCH NEDOSTATKOV .....	53
5.4.1	Prenosové média .....	54
	Dátový rozvádzač .....	54
	Patch panel Datacom 24 portov .....	55
5.4.2	Aktívne sieťové prvky .....	55
5.4.3	Popis použitých zariadení a ich označenie v sieti .....	55
	TP-LINK T2600G-52TS .....	55
	5.4.3.1 TP-LINK SG1024 .....	56
	TP-LINK SG1008PE .....	56
	TP-LINK EAP320 .....	56
	TP-LINK SG105 .....	57
	TP-LINK TL-SG1008P .....	57
	TP-LINK TL-SG1016D .....	57
	TP-LINK TL-SG108 .....	58
5.4.4	Návrh siete .....	59
5.4.5	Cenová kalkulácia .....	64
5.5	CELKOVÁ MODERNIZÁCIA S DÔRAZOM NA VÝSLEDNÚ CENU RIEŠENIA .....	65
5.5.1	Prenosové média .....	65
	Dátový rozvádzač 21U .....	66
	Dátový rozvádzač 10U .....	66

Patch panel.....	66
TP-LINK MC210CS.....	66
5.5.2    Aktívne sieťové prvky.....	67
5.5.3    Označenie sieťových prvkov v sieti.....	67
5.5.4    Návrh siete.....	68
5.5.5    Cenová kalkulácia.....	72
5.6    KOMPLETNÁ MODERNIZÁCIA (S VYUŽITÍM MODERNÝCH PRVKOV).....	74
5.6.1    Prenosové média.....	74
Dátový rozvádzač 42U.....	74
Dátový rozvádzač 9U a 15U.....	75
Patch panel Datacom 24 portov.....	75
5.6.2    Aktívne sieťové prvky.....	75
5.6.3    Popis použitých zariadení a ich označenie v sieti.....	76
D-Link DGS-1510-52.....	76
D-Link DXS-1100-16SC.....	76
D-Link DAP-2695.....	77
D-Link DSG-1510-28MPX.....	77
D-Link DGS-1510-28P.....	77
5.6.4    Návrh siete.....	79
5.6.5    Cenová kalkulácia.....	82
<b>ZÁVER.....</b>	<b>84</b>
<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....</b>	<b>86</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>	<b>89</b>
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV.....</b>	<b>92</b>
<b>ZOZNAM PRÍLOH.....</b>	<b>96</b>

## ÚVOD

V dnešnej dobe je veľký dôraz kladený na vzdelanie mladých ľudí už od útleho detstva. Jeden zo smerov ich vzdelania je vzdelávanie a zoznamovanie sa s informačnými technológiami a Internetom. Deti prichádzajú do styku s Internetom, ako takým už vo veku, kedy ešte nenavštevujú ani len základnú školu a pojem Internet berú ako zdroj zábavy. Hrajú rôzne hry na mobilných zariadeniach či tabletoch. Základná škola otvára bránu do sveta poznania a vtedy začínajú deti vnímať svet inak, naučia sa čítať, počítať. Ich snaha dozvedieť sa viac ich skôr či neskôr prinúti zapnúť počítač a hľadať. Zdrojom hľadania odpovedí na svoje otázky sa stane Internet.

Internet v samotnom počiatku ako spojenie viacerých lokálnych sietí, je dnes globálnym fenoménom. Často označovaný ako celosvetová počítačová sieť kde nájdeme všetko. Do siete Internet musia byť pripojené všetky inštitúcie, ktoré zabezpečujú vzdelávanie detí.

Základná škola, ktorej sa moja diplomová práca týka je miesto, kde som nie len vyrastal, ale aj vykonával svoju vysokoškolskú odbornú prax. Škola sa nachádza v meste Čadca na Slovensku, na najväčšom sídlisku v meste. Počas vykonávania praxe som sa stretol s problémami a taktiež nedostatkami momentálneho stavu počítačovej siete v škole. Škola bola otvorená v apríli roku 1997 a od tých čias neprešla významnejšou rekonštrukciou, čo sa týka najmä internej počítačovej siete. Mnoho riešení si svojpomocne urobili učitelia, ktorí vyučovali informatiku alebo mali informačné technológie ako hobby. Preto aj stav siete, realizácia a funkčnosť je niekedy problémová. K momentálnemu stavu siete neexistuje žiadny model, schéma, či dokumentácia. Vedenie školy sa rozhodlo, že by radi modernizovali svoju internú sieť, zabezpečili bezdrôtové pripojenie k Internetu administratívnym zamestnancom, učiteľom a taktiež aj žiakom. Taktiež by v rámci modernizácie siete realizovali aj dokumentáciu k existujúcej sieti, čo by v budúcnosti zjednodušilo správu siete.

V diplomovej práci analyzujem počiatočný stav hardwaru v sieti, zabezpečenie siete. Po uskutočnení analýzy vykonám návrhy modernizácie siete, ktoré budú založené na viacerých aspektoch. Rozhodujúce budú ekonomické aspekty, použité technológie a taktiež požiadavky vedenia školy.

## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

## 1 DELENIE POČÍTAČOVÝCH SIETÍ

Základnou myšlienkou vytvorenia počítačovej siete bolo vytvorenie spojenia medzi dvoma alebo viacerými počítačmi. Spojenie týchto zariadení sa vytvára za účelom prenosu informácií, zdieľania dát či ich výmenou. Druh prenášaných informácií, účel siete rozhoduje o spôsobe realizácie, použitých technológiách, ktoré budú pri samotnej realizácii použité.

Rozhodujúcimi faktormi pri delení sietí je ich veľkosť - rozloha, kde bude sieť použitá, topológia rozloženia prvkov v sieti, prístup do siete a požadovaná rýchlosť. Všetkými týmito dôležitými faktormi sa budeme zaoberať v nasledujúcej kapitole.

### 1.1 Rozdelenie počítačových sietí podľa veľkosti

Pojmom počítačová sieť môžeme nazvať prepojenie dvoch alebo viacerých počítačov za účelom prenosu informácií. Za najmenšiu počítačovú sieť môžeme v súčasnosti považovať spojenie dvoch mobilných telefónov pomocou Bluetooth technológie, naopak za najväčšiu sieť v histórii ľudstva môžeme momentálne označiť Internet. Internet zahŕňa niekoľko miliónov zariadení od počítačov, cez tlačiarne, mobilné telefóny, herné konzoly po zariadenia pripojiteľné do siete ako napr. rôzne ovládače inteligentných domácností, kontrolných snímačov, vstupných brán a kamier. Vzhľadom na veľkosť siete a počet zariadení do nej pripojených, rozdelíme počítačové siete na:

#### 1.1.1 PAN

Tento druh počítačovej siete je označovaný za najmenší, je to teda osobná počítačová sieť, tvorená najčastejšie spojením dvoch alebo viacerých zariadení pomocou technológie Bluetooth, IrDA v rámci jednej miestnosti. [1]

#### 1.1.2 LAN

Lokálne siete sú tvorené prepojením viacerých počítačov, serverov, periférnych zariadení (ako napríklad tlačiarne) v rámci kancelárie, poschodia v budove, celej budovy či organizácie. Lokálna sieť je najčastejšie realizovaná pomocou káblov a jej veľkosť je maximálne v stovkách metrov. [1][2]



### 1.1.3 MAN

Spojením viacerých LAN sietí vytvárame väčšie celky, nazývané metropolitná sieť. Metropolitné siete by sme mohli označiť aj siete pokrývajúce jedno mesto, ich veľkosť je v desiatkach kilometrov. Na realizáciu používame najčastejšie káblové spojenia a taktiež WiFi. Metropolitné siete nie sú väčšinou v súkromnom vlastníctve užívateľa, ale sú často prenajímané prevádzkovateľom a využívané viacerými organizáciami v meste. [1][2]

### 1.1.4 WAN

Spojením viacerých LAN a MAN sietí dostávame väčšie siete a to často označované ako rozsiahle. Ich rozsah je v niekoľkých stovkách či tisíckach kilometrov, využívajú sa na prepájanie miest, štátov, či dokonca kontinentov. Ich základom je časť tvorená chrbticovou sieťou, pre ktorú je charakteristická vysoká prenosová rýchlosť a realizovaná je pomocou optických prenosových vlákien. [1]

## 1.2 Rozdelenie počítačových sietí podľa použitej topológie

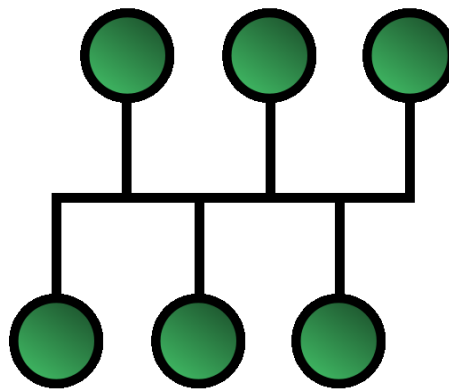
V počítačovej sieti považujeme za sieťový prvok všetky zariadenia, ktoré majú definovanú sieťovú adresu alebo sa nejakým spôsobom podieľajú na prenose informácie, dát na sieti. Rozloženie samotných sieťových prvkov v sieti je označované ako topológia. Spôsob rozloženia počítačovej siete je posudzovaný podľa dvoch faktorov. Prvým z faktorov je fyzické rozloženie zariadení v sieti, uložená kabeláž, definované teda ako fyzická časť siete. Tento druh topológie označujeme ako fyzická topológia. Druhým posudzovacím hľadiskom je logické členenie siete, ktorého úlohou je popísať vzťahy medzi prvkami v sieti. Presnejšie popisovať spôsob toku signálu (informácií) medzi prvkami v sieti. Často sa však v praxi stáva, že sieť je tvorená pomocou fyzickej topológie do tvaru hviezdy ale jej logické členenie je odlišné napríklad do kruhovej topológie. [2][3]

## 1.3 Fyzické topológie

### 1.3.1 Zbernicová topológia

Zbernicová topológia nemá centrálny uzol siete, všetky zariadenia sú pripojené k zdieľanému prenosovému prostriedku. Prenosový prostriedok umožňuje komunikáciu každý s každým v danej sieti a označovaný je ako zbernica. Realizácia tejto topológie vyžaduje zložitejšie riadenie prístupu k médiu a taktiež aj komplikovanejšie protokoly pre riadenie prenosu dát. Informačný signál, ktorý nesie správu sa šíri zbernicou všetkými

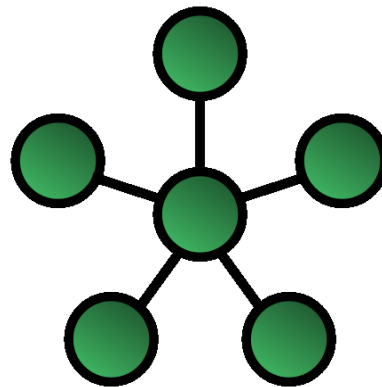
smerni, všetky stanice teda majú prístup ku všetkým správam na zbernici. Príjmu len správu, ktorá je podľa cieľovej adresy určená danej stanici. K realizácii danej topológie je používaný väčšinou koaxiálny kábel. Výhodou zbernicovej topológie je použitie jedného vedenia, čo je aj lacnejšou verziou siete. Medzi výhody patrí aj jednoduché pridanie alebo odobranie koncového zariadenia do siete. Pripojenie je realizované pomocou T konektorov. Nevýhodou je častá poruchovosť, ktorá vzniká rozpojením konektorov a často má za následok zlyhanie celej siete. Náročná je aj lokalizácia chyby v sieti. Pri pripojení veľkého množstva staníc na jednu sieť zbernicu, vzniká problém obmedzenia zbernice a väčšieho počtu kolízií v sieti. [2]



Obr. 1. Topológia zbernica [17]

### 1.3.2 Hviezdicová topológia

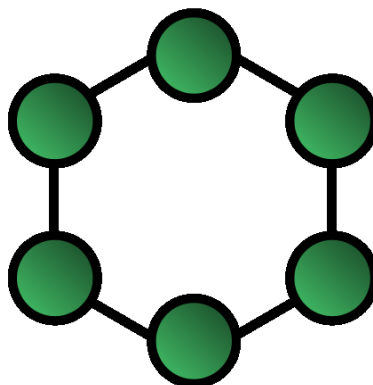
Hviezdicová topológia je tvorená jedným centrálnym sieťovým prvkom, ktorý riadi smerovanie v celej sieti. Každá stanica je k centrálnemu prvku pripojená káblom - krútenou dvojlinkou. Ako centrálny prvok bol v minulosti často používaný rozbočovač (Hub), v súčasnosti je to prepínač (Switch). Hviezdicová topológia je v súčasnosti najpoužívanejšou topológiou pri tvorbe sietí. Výhodou tejto topológie je v porovnaní so zbernicovou topológiou, že prenos dát je riadený jednoduchšími protokolmi a taktiež je jednoduchšie celý prenos dát monitorovať. Nízka chybovosť siete je ďalším dôvodom, prečo je táto topológia taká populárna. V prípade, že sa poruší jeden sieťový kábel, vyradí z činnosti len jednu stanicu. Samotná lokalizácia chyby je teda omnoho jednoduchšia. [4]



Obr. 2. Topológia hviezda [18]

### 1.3.3 Kruhová topológia

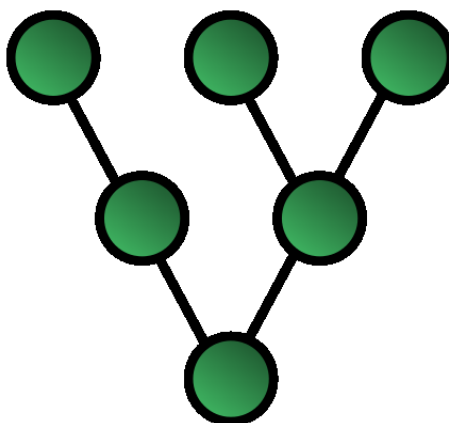
Kruhová topológia rovnako ako zbernicová nemá centrálny prvok. Všetky sieťové stanice sú prepájané len so svojimi susedmi a to predchádzajúcou a nasledujúcou stanicou. Komunikácia v sieti teda prebieha nepriamo, cez jednu alebo viac sieťových staníc. Správy smerujú v topológii jedným smerom, preto nie je nutné riešiť smerovanie toku dát. Definovanie jedného smeru je z dôvodu aby nedochádzalo ku kolíziám. Každý z uzlov v sieti vezme správu (označovanú aj ako token) od predchádzajúcej stanice, skontroluje, či je správa adresovaná jemu a v prípade, že nie, pošle správu na nasledujúci uzol. Často používanou variantou je použitie dvoch kruhov, kedy druhý kruh je označovaný ako riadiaci alebo záložný. Vtedy je možné komunikovať v dvoch smeroch. Každý kruh má definovaný iný smer riadenia komunikácie v sieti. Nevýhodou podobne ako u zbernicovej topológie je, že v prípade porušenia spojenia medzi dvoma stanicami znamená poruchu v celej sieti. [2][3]



Obr. 3. Topológia kruh [19]

#### 1.3.4 Stromová topológia

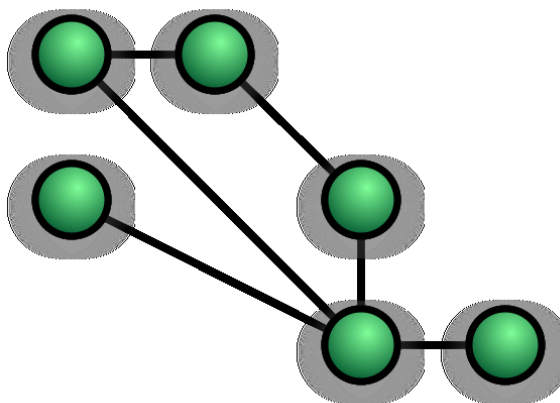
Táto topológia využíva prevažne hierarchické zoskupovanie a prepájanie viacerých hviezdicových topológií. Odvodená je od najvyššej a teda koreňovej úrovne. V koreňovej úrovni je len jeden uzol, ktorý je prepojený s uzlami v druhej úrovni. Každý uzol druhej úrovne je prepojený s jedným alebo viacerými uzlami v tretej úrovni a pod.. Zariadenia v sieti s nižšou úrovňou hierarchie teda komunikujú s uzlami vyššej úrovne, až ku koreňu stromu. Koreň má čisto technický význam, pretože nerozdeľuje správy a nie zodpovedný za určenie cieľovej stanice. Správy dorazia ku všetkým staniciam v sieti a tie si potom vyberú len tie, ktoré sú pre ne určené. Výhody a nevýhody stromovej topológie sú obdobné ako pri topológii hviezda. Nevýhodou sú však zvýšené náklady réžie spojené s prenosom dát medzi úrovňami, pretože sa smerom hore, k vyššej úrovni zvyšujú a teda sú náročnejšie pre spracovanie dátovej komunikácie. [2][3]



Obr. 4. Topológia strom [20]

### 1.3.5 Mesh topológia

Topológia mesh, tiež označovaná, ako topológia uzlov - slučiek alebo spleti, je sieť, kde každý uzol môže byť spojený s každým, teda ľubovoľným uzlom v sieti. Ak sú všetky uzly v sieti prepojené navzájom, voláme túto topológiu full mesh, v prípade, že len čiastočne, tak partial mesh. V tomto zapojení siete sú si všetky uzly v sieti rovnocenné, neexistuje žiadny centrálny prvok. Výhodou topológie je vysoká spoľahlivosť, vďaka redundancii spojov medzi uzlami, kedy aj v prípade niektorého spojenia existuje iné spojenie. Nevýhodou sú vysoké náklady kvôli vysokému počtu spojení medzi uzlami v sieti. [2]



Obr. 5. Topológia mesh [21]

## 1.4 Logické topológie

Logické topológie v praxi nehovoria o zapojení počítačovej siete pomocou fyzických prvkov. Popisujú trasu a smer pohybu akým sa dáta v sieti medzi uzlami prenášajú. Logickú topológiu je možné zostaviť len v prípade, že sú uzly v sieti dostupné pomocou protokolu používaného v danej sieti pre prenos dát. Každé zariadenie je jasne identifikovateľné pomocou MAC adresy, ktorá je jedinečná umožňuje dané zariadenie v sieti rozoznať. Pomocou MAC adres a pokročilejších smerovačov a prepínačov v sieti vieme teda vytvárať virtuálne sieťové rozhrania.

### 1.4.1 Reťazová topológia

Sieť s logickou topológiou reťaze môže byť realizovaná dvoma spôsobmi, priamo alebo uzatvorenou kruhovou reťazou. V prípade, keď do reťazovej siete pridáme nový systém, pridáme dvojcestné prepojenie medzi novým uzlom a jeho susednými uzlami. Každý systém uprostred siete musí mať jeden vysielač a jeden prijímač pre každé prepojenie so

susednými uzlami. Koncový uzol vyžaduje len jednu dvojicu vysielača a prijímača. V kruhovom zapojení reťaze, dáta smerujú len jedným smerom, preto si každý uzol vystačí s jedným vysielačom aj prijímačom. Kruhové topológie majú v porovnaní s priamou reťazou väčšie oneskorenie kým dáta dôjdu k cieľovému uzlu. [3]

#### 1.4.2 Hviezdicová topológia

V logickej topológii hviezdny centrálny uzol siete vysiela signál všetkými smermi. V prípade, keď cieľová stanica potvrdí prijatie signálu, začnú sa prenášať dáta. Logické siete pri výpadku centrálného prvku úplne zlyhajú. Podobne, ako pri fyzickej topológii, výpadok spojenia jedného uzlu pripojeného k centrálnemu, spôsobí výpadok tej vetvy, ku ktorej je daný uzol pripojený. Hviezdicové siete delíme na aktívne a pasívne. V pasívnej sieti musí byť vysielač schopný rozoznať odraz svojho vlastného signálu, vráteného napríklad centrálnym uzlom. Aktívna hviezdicová sieť má v centrálnom uzle špeciálne obvody, ktoré bránia odrazom signálov. Centrálny uzol si zostavujú smerovaciu tabuľku, pomocou ktorej následne doručujú správy a dáta v sieti. Každý uzol teda dostane správy automaticky na svoj port, pretože smerovač - centrálny prvok si uchováva jeho umiestnenie v tabuľke a dáta neposiela na všetky svoje porty (pripojené uzly). Hviezdicové topológie sa aj medzi logickými topológiami zapájajú do hybridných zapojení ako je napr. strom. [3]

#### 1.4.3 Topológia mesh

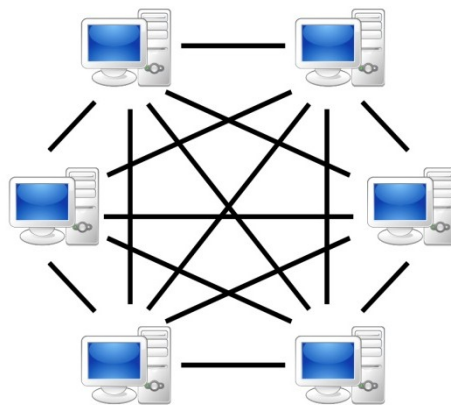
Tak ako pri fyzických topológiách, aj pri logických máme siete, ktoré využívajú zapojenie do mesh topológie. Ich zapojenie je identické fyzickému, môžu byť zapojené čiastočne alebo úplne. Vysoké náklady na vytvorenie a prevádzku takejto siete sú však veľkou nevýhodou. [3]

### 1.5 Delenie sietí podľa prístupu

Rozhodujúcim kritériom pri určovaní prístupu do siete je, akým spôsobom sú zariadenia poprepájané a ako spolu komunikujú. Pod týmto môžeme rozumieť, či sa jedná o prepojenie zariadení využitím serveru (klient-server) alebo bez jeho využitia (peer-to-peer).

### 1.5.1 Sieť peer-to-peer

Tento druh siete je tvorený dvoma rovnakými sieťovými zariadeniami. Znamená to, že počítače si medzi sebou poskytujú rovnaké služby. Príkladom môže byť zdieľanie priečinkov alebo tlačiarňí. Výhodou týchto sietí je, že pri ich tvorbe nie sú potrebné veľké znalosti, nie je nutné kupovať server ani sieťový softvér (operačný systém serveru), pretože je súčasťou každého základného operačného systému, čo značne šetrí náklady na zriadenie. Nevýhodou je neprehľadnosť siete, po pripojení väčšieho počtu staníc stráca správca siete prehľad, čo je na ktorom zariadení zdieľané. Druhou podstatnou nevýhodou je bezpečnosť siete, práva sa nastavujú jednoducho na každom koncovom zariadení, čo môže pri nezaistení prístupu značne ohroziť bezpečnosť siete. V praxi sa takéto zapojenia vyskytujú pri spojení v malých firmách či domácich sieťach, kde sa počet zariadení nepohybuje vo veľkých počtoch, maximálne desať a menej staníc. [4]

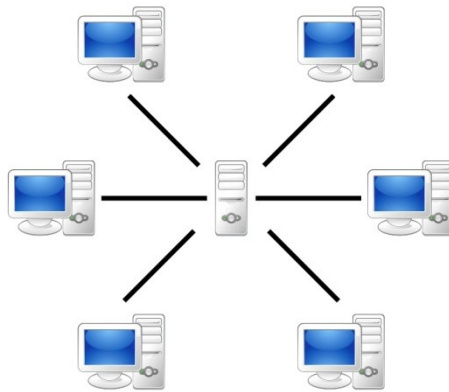


Obr. 6. Sieť peer-to-peer [22]

### 1.5.2 Sieť klient-server

Tento druh sietí je špecifický najmä tým, že sa všetky služby, ako zdieľanie dát, tlačiarňí, údaje o užívateľoch atď. sústredia na jedno zariadenie v sieti a to server. Dalo by sa ho označiť ako sluhu, pretože obsluhuje všetky požiadavky zo strany používateľských staníc. Server je teda zariadenie, na ktoré sú v krátkom čase kladené požiadavky a očakáva sa rýchla odpoveď a riešenie danej úlohy. Preto by mal byť takýto počítač kvalitný, výkonný a dostatočne bezpečný. Zabezpečiť ho treba dôkladne, či už zamedziť prístup zo siete, alebo v rámci budovy pred nepovolanými osobami. O obsluhu sa stará špeciálny softvér a to sieťový operačný systém, ktorý organizuje ukladanie dát, prideluje prístupové práva k zložkám a súborom, vedie evidenciu o tom, kto sa môže k serveru prihlásiť a čo

bude môcť na serveri vykonávať. Najznámejším sieťovým operačným systémom je softvér od firmy Microsoft - Microsoft Windows Server, druhým najpoužívanejším sú rôzne distribúcie Linuxu. Výhodou použitia tohto druhu sietí je teda bezpečnosť dát, prehľadnosť siete a relatívne jednoduchá konfigurácia. Nevýhodou sú vyššie náklady pri nákupe serveru, sieťového operačného systému, obsluha serveru musí byť zabezpečená kvalifikovaným zamestnancom. Tento druh sietí je nevyhnutný pre väčšinu počítačových sietí, od ktorých sa očakáva pripojenie viacerých počítačov a zariadení. [4]



Obr. 7. Sieť klient-server [22]



## 2 PRVKY V POČÍTAČOVÝCH SÍŤACH

Počítačové siete vo svojej štruktúre obsahujú dva druhy prvkov. Prvky delíme podľa toho, ako sa podieľajú na prenose dát na sieti. Pokiaľ prvky aktívne pracujú so signálom a to napríklad signál zosilňujú alebo modifikujú, nazývame ich aktívne sieťové prvky. Ak so signálom prvky nič nerobia, len ho prenášajú, nazývame takéto prvky pasívne.

### 2.1 Pasívne sieťové prvky

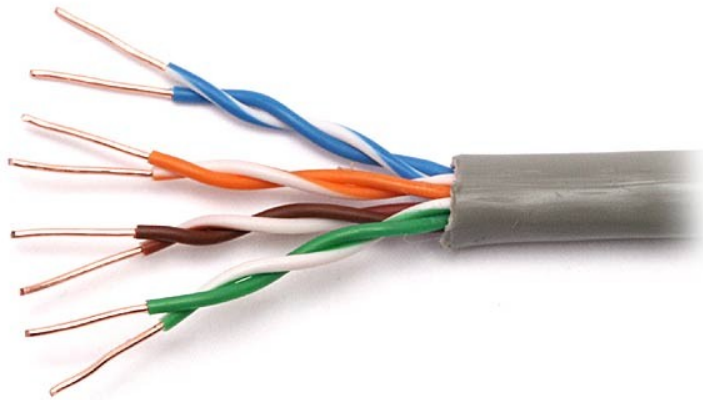
Medzi pasívne sieťové prvky patria káble, konektory, zásuvky, rozvádzače a patch panely. Všetok hardvér, ktorý pomáha signál niesť.

#### 2.1.1 Krútená dvojlinka

Najpoužívanejším metalickým prenosovým médiom v súčasnosti je krútená dvojlinka. Kábel sa skladá z ôsmich vodičov, ktoré tvoria štyri páry. Elektrický signál prenášaný vo vodiči je náchylný na rušenie z okolitého prostredia, z tohto dôvodu sú vodiče vnútri kábla krútené. Oba vodiče tvoriace jeden pár sú vzájomne krútené, taktiež aj páry vodičov sú navzájom krútené. Týmto sa minimalizuje ovplyvňovanie vodičov vzájomne. Káble krútenej dvojlinky delíme do viacerých kategórií podľa štandardu, označenia, rýchlosti prenosu, používaného konektoru, šírky pásma a taktiež tienenia. Označenie káblov a špecifikáciu nájdeme na ich plášti. Pri návrhu siete je nutné používať prvky zodpovedajúcej - rovnakej kategórie, pretože zvolením rozličných kategórií sieťových prvkov, portov, aktívnych prvkov degradujeme sieť na nižšiu rýchlosť. Rozdelenie krútenej dvojlinky nájdeme v tabuľke č.1:

Tab. 1. Rozdelenie krútenej dvojlinky

Štandard	Označenie kategórie	Rýchlosť prenosu	Konektor	Šírka pásma
100 Base - T	5	100 Mb/s	RJ - 45	100 MHz
1000 Base - T	5e	1000 Mb/s	RJ - 45	125 MHz
1000 Base - Tx	6	1000 Mb/s	RJ - 45	250 MHz
1000 Base - TX2	7	1000 Mb/s	GC45, TERA	600 MHz



Obr. 8. Krútená dvojlinka [23]

V praxi sa však stretne s dvoma druhmi krútenej dvojlinky a to UTP, STP. UTP káble sú netienené, vložené do plastovej izolácie. STP sú káble s pridaním tienenia, ktoré je vo forme kovového opletenia medzi vodičmi a plastovou izoláciou. Tienené môžu byť všetky páry vodičov zvlášť alebo len plášť kábla.

Realizácia kabeláže je spojená s využívaním aktívnych sieťových prvkov, ktoré sú neodmysliteľnou súčasťou počítačovej siete. Príkladom aktívneho prvku nám posluží switch. Switch je umiestnený v rozvádzači, ku ktorému sú vedené všetky káble sieťovej infraštruktúry. Káble sa však nepripájajú priamo počítač - switch, ale sú ukončené na strane počítača zásuvkou, na druhom konci je kábel strčený do patch panelu. Zásuvky delíme do základných kategórií podobne ako káble, najčastejšie nájdeme zásuvky kategórie 5e. Nájdeme však zásuvky aj podľa určenia v akých podmienkach, resp. ako majú byť umiestnené a teda či ich umiestnime na omietku alebo pod omietku. Počítač pripájame k zásuvke pomocou takzvaných patch káblov. Patch kábel je špeciálne zakončený kábel koncovkou RJ45, ktorá je spojená s jeho plastovým obalom, zvyčajne sa jedná o káble menšej dĺžky (rádovo pár metrov). Koncovky môžu byť taktiež tienené alebo netienené. Ich spojenie s vodičom sa realizuje pomocou špeciálnych krimpovacích klieští. Patch panel na druhej strane obsahuje niekoľko portov (12,16,24 alebo 48), do ktorých sa pripája kábel vedený zo steny, prípadne z káblovej lišty. V patch paneli je tento kábel ukončený zásuvkou RJ45.



Obr. 9. Patch panel [9]



Obr. 10. Zásuvka na omietku [11]



Obr. 11. Zásuvka pod omietku  
- predná strana [12]

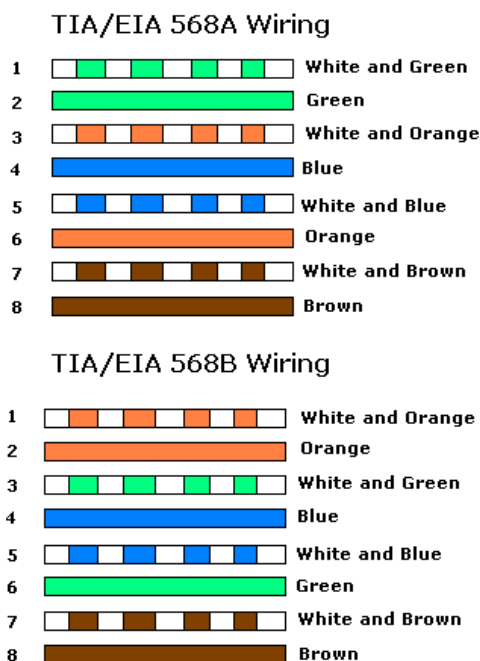


Obr. 12. Zásuvka pod omietku  
- zadná strana [13]



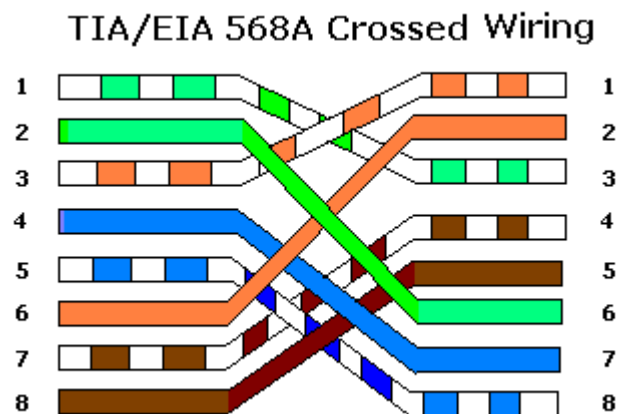
Obr. 13. RJ-45 koncovka [10]

Vieme, že káble sú krútené v pároch, páry sú farebne odlišené. Oba vodiče v páre majú farebný základ, jeden z vodičov je kombinovaný s bielou. Všetky vodiče zakončujeme koncovkou RJ45. Zapojenie koncovky je realizované podľa noriem TIA/EIA 568-A, TIA/EIA 568-B. Normy zapojení môžeme vidieť na obrázku:

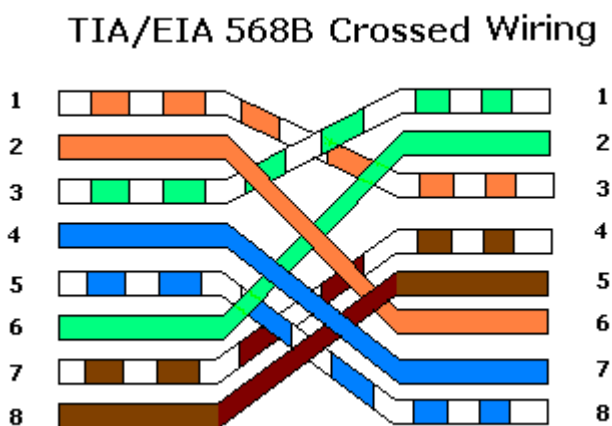


Obr. 14. Zapojenia podľa normy [14]

Pri zapájaní koncoviek dodržiavame nie len normy ale je nutné vedieť, aké zariadenia budú káblom prepájané. Prepojovacie káble počítač - zásuvka, zásuvka - switch, počítač - switch sa zapájajú na oboch koncoch rovnako. Pokiaľ zapájame rovnaké zariadenia napr. počítač - počítač, switch - switch, kábel musí byť zapojený krížene. Kríženie káblov je rozdielne pre rýchlosti 100 Mb/s a 1000 Mb/s (viď obr.). [4]



Obr. 15. Zapojenie križené - 100Mb/s [15]



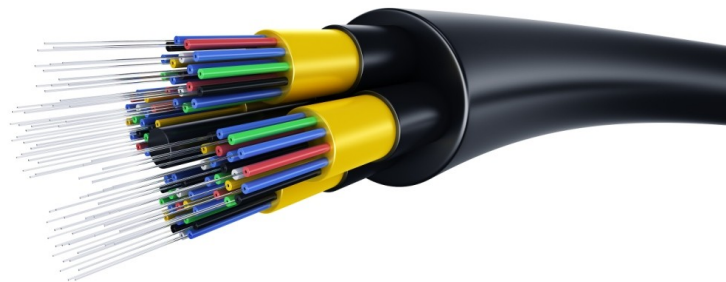
Obr. 16. Zapojenie križené - 1000Mb/s [15]

### 2.1.2 Optický kábel

Modernizáciou a zrýchľovaním prenosov v sieti boli vyvinuté optické káble. Tieto káble sú odlišné od metalických káblov nie len materiálom ale aj spôsobom prenosu dát. Výhodou je, že optické vlákna nie sú ovplyvňované elektromagnetickými ani rádiovými interferenciami a majú vysokú prenosovú rýchlosť. Prenos dát sa realizuje prenosom svetelných impulzov (reprezentujú binárnu 1 - zapnuté svetlo, impulz a 0 - vypnuté svetlo) vo svetlovodivých optických vláknach, z ktorých je kábel zložený, impulzy sú na konci vlákien detekované detektorom. Optické vlákna sú vyrobené z oxidu kremičitého, skla alebo plastu, sú vložené do sekundárnej ochrany, ktorá má chrániť vlákna pred ohybom. Vlákna sú v kábli minimálne dve, každé vlákno pre jeden smer prenosu. Vlákna spolu so sekundárnou ochranou sú vložené do konštrukčnej vrstvy, všetko spoločne je vložené ešte do plastového vonkajšieho krytu. Pripájanie zariadení je realizované pomocou prevodníkov

z elektroického signálu na svetelný impulz, podobne dekóder je prevodník svetelného impulzu na elektrický signál.

Používa sa taktiež konvertor, pomocou ktorého realizujeme prepojenie krútenej dvojlinky s optickým káblom, jeho zabudovaná elektronika prevádza svetelný lúč na elektrický signál. Nevýhodou optických káblov je, že sú náchylnejšie na zaobchádzanie s nimi, sú omnoho krehkejšie ako medené káble. Taktiež náklady na realizáciu optických sietí sú omnoho väčšie ako pri sieťach tvorených z krútenej dvojlinky. Štandardne sa nepoužívajú v LAN sieťach, väčšinou ich nájdeme vo veľkých telekomunikačných firmách, ktoré riešia prenos dát na väčšiu vzdialenosť alebo pomocou optických káblov tvoria chrbtovú časť spojení dvoch LAN sietí.



Obr. 17. Optické vlákna [16]

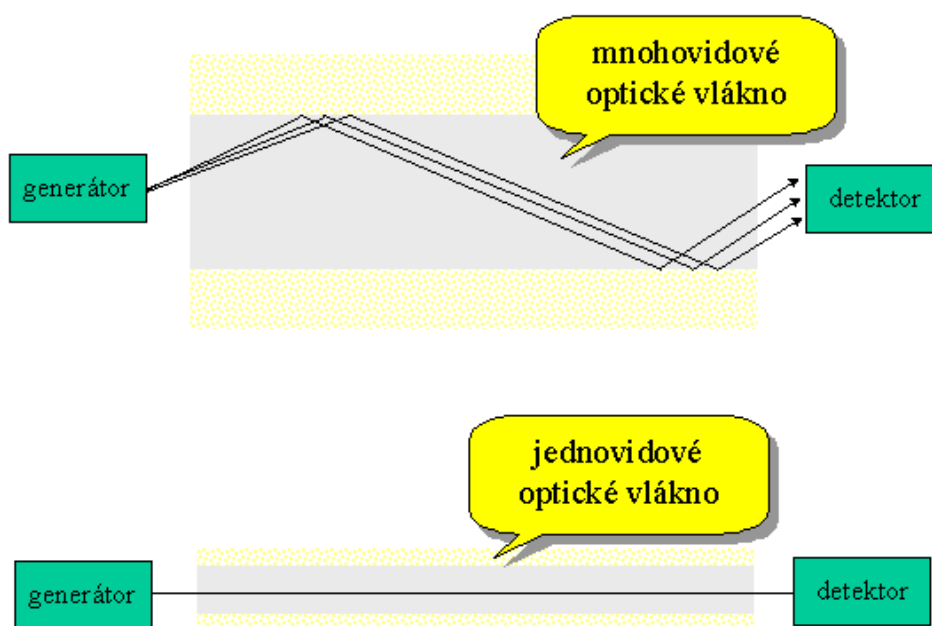
Podľa konštrukcie optických vlákien, delíme vlákna na dve skupiny:

### ***Mnohovidové (Multi Mode Fiber)***

Optické vlastnosti tohto druhu káblov sú horšie, predovšetkým index lomu medzi jadrom a plášťom vlákna nie je vo všetkých častiach káblu rovnaký, dochádza teda k lomu vedeného svetelného lúča. Svetlo sa následne rozpadá na viac častí, tento pojem je v literatúre často označovaný ako rozklad vidov. Vidy dorazia na koniec vlákna v rôznom čase, čo spôsobuje skreslenie a ovplyvnenie prenášaného signálu. Cez mnohovidové optické káble môžeme prenášať viac signálov, nie len jeden. Aj keď sú mnohovidové optické vlákna horšie, ich cena je v porovnaní s jednovidovými vláknami menšia. K nižším nákladom sa pridáva aj lacnejšia varianta zdroja svetelných lúčov, kde sú použité LED diódy. Nedostatky sa prejavujú hlavne v zníženej vzdialenosti, na ktorej má vlákno signály prenášať. Rádovo sú vzdialenosti niekoľko sto metrov, čo je často dostačujúce a preto sa v praxi často stretáme práve s týmto druhom optických káblov. [3][4]

### *Jednovidové (Single Mode Fiber)*

V porovnaní s mnohovidovými optickými káblami sú jednovidové káble kvalitnejšie, ich index lomu je veľmi malý a konštantný. Káblom prechádza však len jeden svetelný lúč, ten je prenášaný bez lomu a ohybu. Má taktiež lepšie optické vlastnosti, vyššiu prenosovú kapacitu a dokáže preniesť signál na väčšie vzdialenosti. Prenosové vzdialenosti sa pohybujú v desiatkach kilometrov. Náklady na výrobu a použité materiály pri jednovidových vláknach sú drahšie. Ako zdroj signálu sa používa aj drahší zdroj svetla a to je polovodičová laserová dióda. [3][4]



Obr. 18. Šírenie laséru v optických vláknach [24]

#### 2.1.3 Koncovky optických káblov

Aj optické káble majú špeciálne ukončenie pomocou normovanej koncovky, podobne ako je to u krútenej dvojlinky. Poznáme niekoľko druhov koncoviek: guľatý konektor ST, hranatý konektor SC, konektor LC a konektor FC.



Obr. 19. ST - konektor [25]



Obr. 20. SC - konektor [26]



Obr. 21. LC konektor [36]



Obr. 22. FC konektor [37]

#### 2.1.4 Pravidlá zaobchádzania s optickými káblami

Pri práci s optickými káblami je potrebné dodržiavať určité a veľmi dôležité pravidlá. Nakoľko sa prenos uskutočňuje pomocou prenosu svetelného lúča, poškodenie konca optických vlákien (malý výbežok na konci optického kábla často označovaného ako ferula), prach na vláknach a pod., môže mať vplyv na prenos, mohlo by dochádzať k útlmu svetelného signálu. Z tohto dôvodu je nutné pri manipulácii používať normovanú koncovku optického kábla, ktorá chráni vlákna pred poškodením a znečistením a nasadiť ju vždy, pokiaľ je koniec optického vlákna z nejakého dôvodu mimo zásuvku. S optickým káblom je nutné zaobchádzať opatrne, nezohýbať ho aby nedochádzalo k mikro (stlačenie vlákien) a makro ohybom (ohnutie vlákien blížiac sa k  $90^\circ$ ). Tieto ohyby spôsobí zlý odraz optického signálu, čím dôjde k jeho útlmu. [4]



## 2.2 Aktivne sieťové prvky

Tieto prvky, ako vieme, pracujú nejakým spôsobom so signálom resp. prenášanými dátami. Sú to teda konkrétne zariadenia v sieti, ako napríklad router, switch, hub.

### 2.2.1 Zosilňovač, opakovač (Repeater)

Patrí k najjednoduchším aktívnym sieťovým prvkom. Jeho úlohou je len zosilniť a synchronizovať prenášaný signál. Konštrukčne je jednoduchý, skladá sa z jednoduchého obalu a dvoch rovnakých konektorov, riadiacej elektroniky. Používa sa na predĺženie vedení tam, kde je dĺžka káblov väčšia a na konci nie je dostatočne silný a zrozumiteľný prenášaný signál. Poznáme aj opakovače bezdrôtového signálu, optického signálu. [3][4]



Obr. 23. Opakovač [27]

### 2.2.2 Rozbočovač (Hub)

Úlohou rozbočovača je podobne ako u zosilňovača signál zosilniť, jeho pridaná vlastnosť je, že dokáže signál taktiež rozdeliť. Jednu vstupnú linku môžu prepojiť so štyrmi, ôsmimi, šesťnástimi alebo viacerými ďalšími spojmi. Každý spoj tvorí zvlášť sieťový segment. Rozbočovač môžeme nazvať pasívny, ak signál len posúva. V prípade, že signál aj zosilňuje, označujeme takýto rozbočovač za aktívny. Rozbočovač sa nechová ako inteligentný prvok, prijatý paket rozošle na všetky svoje výstupné porty, čo znamená, že všetky spojenia patria do tej istej kolíznej domény. Preto vzniká väčšie množstvo kolízií a vzniká väčšie oneskorenie. Moderné rozbočovače patria už skôr medzi viacportové opakovače, pretože v momente kedy detekujú kolíziu na sieti, rozošlú ostatným staniciam aby prestali vysielat' dáta. V minulosti bola výhodou rozbočovačov ich nízka cena a relatívne vysoká spoľahlivosť. Dnes ich už nájdeme na trhu veľmi málo a sú nahrádzané prepínačmi. [3]



Obr. 24. Rozbočovač [28]

### 2.2.3 Prepínač (Switch)

V súčasnosti najviac používaný aktívny sieťový prvok je switch. Je to centrálny sieťový prvok v často používanej hviezdicovej topológii. Samozrejme, využíva sa aj pri iných topológiách. V porovnaní s predchádzajúcimi sieťovými prvkami, prepínač je inteligentné zariadenie, pracuje s MAC adresami sieťových prvkov, na základe ktorých následne distribuuje dáta v sieti. Vytvára si tzv. virtuálne spojenia ku konkrétnemu zariadeniu a teda, dáta posielajú len na jeden - určený port. Nezahŕca teda dátami všetky zariadenia, ale len to, pre ktoré sú dáta určené. Poznáme viac druhov prepínačov, sú domáce prepínače, ktorých využitie je predovšetkým na domáce, resp. malé siete. Obsahujú 5-16 portov a nie sú rozširiteľné. Vo väčších sieťach používame prepínače modulárne alebo stohovateľné. Modulárne prepínače majú 24 až 48 portov, ich výhodou je, že sa v prípade nutnosti dokážu rozšíriť o modul s ďalšími portami - pridanie linkovej karty. Poslednou skupinou sú prepínače, ktoré sa dajú vzájomne prepájať, to znamená, pri nedostatku voľných portov, alebo ak dôjde k rozširovaniu siete, stačí dokúpiť stohovateľný prepínač a spojiť ho s predchádzajúcim zariadením. [5]



Obr. 25. Prepínač [29]

### 2.2.4 Smerovač (Router)

Ďalším spomínaným aktívnym sieťovým prvkom je smerovač. Je to zariadenie, ktoré sprostredkováva prenos dát medzi dvoma alebo viacerými sieťami. Tento proces nazývame smerovanie. Smerovače majú dva a viac portov, ktoré nemusia byť rovnakého typu. Smerovač pri prijímaní a odosielaní dát, sleduje stav na sieti. Zhromažďuje informácie o pripojených sieťach. Pri prijatí dát rozhoduje na základe prijatej adresy akou najlepšou cestou, resp. ktorými ďalšími smerovačmi dáta pošle, aby boli doručené včas a správne. Smerovače spoločne so sebou komunikujú, posielajú si správy o stavoch siete, smerovaní, to sa deje prostredníctvom komunikačných protokolov. Tieto informácie si ukladajú do interných tabuliek, na základe ktorých následne rozhodujú o smerovaní. Rozdiel medzi smerovačom a prepínačom je ten, že prepínač rozhoduje kadiaľ dáta pošle ďalej, mimo lokálnu sieť. Smerovače nenájdeť väčšinou na smerovanie v lokálnych sieťach, pripájajú sa skôr na hranicu medzi LAN a internetové pripojenie. [4][6]



Obr. 26. Smerovač [30]

### 2.2.5 Sieťová karta

Neodmysliteľnou súčasťou sieťových prvkov je sieťová karta. Každé zariadenie ako počítač, notebook, mobilný telefón či tablet, má vo svojom hardvérovom vybavení zakomponovanú aj sieťovú kartu, pomocou ktorej sa pripája k sieti. Poznáme sieťové karty, ktoré sa pripájajú len pomocou krútenej dvojlinky a teda musia obsahovať port pre RJ45 konektor. Dnešný svet bezdrôtovej komunikácie nám umožňuje a zjednodušuje pripojenie sa k lokálnej sieti či dokonca internetu, preto aj výrobcovia sieťových kariet vyrobili karty do počítačov so zabudovaným bezdrôtovým prijímačom WiFi (sú karty, ktoré majú aj vysielateľ). Dôležitou súčasťou je kompatibilita sieťovej karty so zariadením, v ktorom má byť použitá, kompatibilita so sieťovým štandardom a taktiež typom kabeľáže. Aby

nedochádzalo k degradovaniu siete, z dôvodu pomalej sieťovej karty, chybného alebo nekompatibilného ovládača a podobne.



Obr. 27. Sieťová karta [31]

### 3 ŠTANDARDY SIEŤOVÉHO HARDVÉRU

Pri návrhu počítačovej siete je nutné dodržiavať pravidlá a stanovené štandardy. Dôvodom tohto pravidlá je kompatibilita a funkčnosť navrhovanej siete. Štandardy v informačných technológiách a sieťových zariadeniach definuje organizácia IEEE. Tieto štandardy udávajú informácie o danom type siete, akými metódami k nim pristupujeme, použitá topológia siete, aké rýchlosti prenosu dát siete majú a taktiež používané typy káblov, ich dĺžka a spôsob pripojenia koncových staníc. Organizácia IEEE sa zaoberá samozrejme širším popisom a detailmi, my si preberieme tie najčastejšie používané v sieťach LAN. [4]

Základné štandardy v sieti LAN:

IEEE 802.3 - štandard siete Ethernet

IEEE 802.4 - štandard zbernicovej siete s prístupovou metódou token

IEEE 802.5 - štandard kruhovej siete s prístupovou metódou token

IEEE 802.11 - štandard bezdrôtových sietí

#### 3.1 Ethernet

Tento štandard v modeli ISO/OSI reprezentuje fyzickú a linkovú vrstvu. Prístup na prenosové médium funguje na základe kolíznej prístupovej metóde CSMA/CD. Základom tejto kolíznej metódy je viacnásobný kolízny prístup a načúvanie nosnej. Dalo by sa v skratke povedať, že sa jedná o takú metódu, ktorá kontroluje - načúva prenos na sieti, v prípade, že zachytí kolíziu, zastaví sa prenos na krátky čas a prenos sa uskutoční znova. Ethernet pri svojej realizácii umožňuje použiť rôzne topológie a druhy káblov. Pri stavbe Ethernetových sietí je nutné dodržiavať pravidlá topológií, dĺžku segmentov použitých v sieti a taktiež veľkosť celej siete. Je to z toho dôvodu, že každé prenosové médium má iné fyzikálne vlastnosti na prenos elektronického signálu, preto sú stanovené maximálne vzdialenosti káblov. Sú to vzdialenosti, kedy je ešte signál na druhom konci bez problémov čitateľný. Tieto dĺžky sa samozrejme dajú pri niektorých druhoch Ethernetu predĺžiť pomocou zosilňovačov či prepínačov. [4]

##### 3.1.1 Ethernet používaný v minulosti

V minulosti sa používali Ethernety s rýchlosťou 10Mb/s s označením 10BASE-5 (Ethernet s tučným koaxiálnym káblom), 10BASE-2 (Ethernet s tenkým koaxiálnym káb-

lom, pripájanie staníc pomocou T konektorov, dĺžka segmentu maximálne 185m, celej siete 910m, v jednom segmente maximálne 30 staníc, konce káblov boli zakončované terminátormi - špeciálnymi odporami), 10BASE-T (kabeláž z krútenej dvojlinky, centrálny prvok Hub neskôr Switch, topológia hviezda, v sieti maximálne štyri rozbočovače, maximálna dĺžka kábla medzi centrálnym prvkom a stanicou - počítačom mohla byť maximálne 100m), 10BASE-F (kabeláž z optických káblov, dĺžka segmentu maximálne 2km, prepájanie centrálnych prvkov, používal sa na chrbticové rozvody medzi budovami). [4]

### 3.1.2 Fast Ethernet

V súčasnosti najrozšírenejší a najpoužívanejší Ethernet v sieťach LAN. Rýchlosť prenosu dát na tomto druhu je 100Mb/s, nepoužívajú sa v nich žiadne koaxiálne káble, základom sú krútené dvojlinky. Označujeme ho 100BASE-T. [4]

100BASE-TX - základom je kabeláž tvorená netienenou krútenou dvojlinkou, patriaca do kategórie 5, s použitím dvoch párov vodičov. Je možné použiť aj tienené krútené dvojlinky. Maximálna dĺžka segmentu je 100 metrov. [4]

100BASE-FX - siete tohto druhu sú určené pre optické káble. Dĺžka segmentu môže byť, pre viacvidové optické káble a polovičný duplex až 412 metrov alebo pre jednovidové optické káble a duplexný režim prenosu až 10 000 metrov. [4]

### 3.1.3 Gigabitový Ethernet

Druhým najpoužívanejším Ethernetom v súčasnosti je gigabitový Ethernet, ktorý je 1000 Mb/s rýchly, základným stavebným prvkom sú optické káble a krútená dvojlinka. [4]

1000BASE-X (802.3z - pre optické káble) - Gigabitový Ethernet je navrhnutý predovšetkým pre optické káble. Tento štandard delíme podľa použitého zdroja svetla do dvoch druhov:

1000BASE-SX - základom tohto štandardu je krátkovlnný svetelný zdroj 850 nm, najčastejšie je to LED dióda alebo laser. Svetelné lúče sa prenášajú cez lacné mnohovidové optické káble. Používa sa v krátkych horizontálnych vedeniach alebo chrbticových pripojeniach. Maximálna dĺžka vedenia je 220 m pri 62,5  $\mu\text{m}$  optickom kábli, 500 m pri 50  $\mu\text{m}$  optickom kábli. [4]

1000BASE-LX - oproti predchádzajúcemu štandardu, tento prenáša svetlo dlhších vln 1310 nm. Zdrojom svetla je laser. Prenos je cez jednovidové optické káble. Výhodou tohto

štandardu je prenos na dlhšie vzdialenosti a to 550m pri 50  $\mu\text{m}$  a 62,5  $\mu\text{m}$  mnohovidovým optickom kábli a 5km pri 9  $\mu\text{m}$  jednovidovom optickom kábli. [4]

1000BASE-T (802.3ab pre kovové káble) - štandard definuje použitie štvorpárovej krúte-nej dvojlinky kategórie 5 a 5e pri gigabitovom prenose, to znamená, že pre prenos sa vyu-žívajú všetky štyri páry vodičov. Krútená dvojlinka kategórie 5e bola vyvinutá práve pre tento štandard. Hlavným dôvodom boli problémy s odrazom signálov počas prenosu a od-razené vlnenie potom utlmovalo ostatné signály (nehomogénne káble a konektory). Pri zvýšení rýchlosti na krútenej dvojlinke sa zvýšil počet kolízií a bolo nutné tento problém odstrániť. Prístupová metóda CSMA/CD bola nahradená pridávaním prepínačov do siete, aby nemuselo dôjsť k zmenšeniu kolíznej domény a teda skráteniu dĺžky segmentov. V princípe tak nahradili prístupovú metódu a zrýchlili prácu (odstránili sa kolízie medzi stanicami). V minulosti sa gigabitový Ethernet používal len pri chrbticových sieťach, pri pripojení serverov a v miestach s prenosom, ktorý obsahoval veľký objem dát. Dnes sa pri nízkej cene sieťových kariet používa už aj v menších sieťach. [4]

### 3.1.4 10GB Ethernet (802.3ae)

Norma najrýchlejšieho Ethernetu je založená na prenose, ktorý využíva optické káble. Využíva sa pre prenos, na veľké vzdialenosti a to od 10 do 40 km. Vzdialenosť sa odvíja od druhu použitého optického kábla. [4]

10GBASE-SR - založený pre menšie vzdialenosti od 28 m do 82 m, v štandarde sa využíva mnohovidový optický kábel. [4]

10GBASE-LX4 - štandard je schopný prenášať dáta od 240 m do 300 m s použitím mnohovidového optického kábla, ak použijeme jednovidový kábel, tak vzdialenosť prenosu je možná až do 10 km. [4]

10GBASE-LR a 10GBASE-ER - tieto dva spomínané štandardy využívajú jednovidové optické káble, prenosová vzdialenosť je v oboch prípadoch od 10 km do 40 km. [4]

## 3.2 Bezdrôtové siete

Alternatívou ku káblovým sieťam, sú siete bezdrôtové. Ich použitie je čo sa týka realizácie jednoduchšie, netreba pokladať veľké množstvo káblov, taktiež riešiť ich údržbu. Na prepojenie a komunikáciu jednotlivých staníc v sieti sa využívajú elektromagnetické vlny. Elektromagnetické vlny tiež označované ako rádiové frekvencie pracujú v pásme

2,4GHz a 5GHz. Tieto pásma sú vybrané kvôli ich voľnému prístupu pre verejnosť, 2,4GHz pásmo je voľne šíriteľné, používané napr. aj Bluetooth, mikrovlnné rúry, mobilné zariadenia či zariadenia inteligentných domácností. Avšak pásmo 5GHz je regulované, to znamená, že povolenie na vysielanie v tomto pásme udeľuje v každom štáte poverená telekomunikačná inštitúcia. Bezdrôtové siete poskytujú väčšiu pružnosť pri pripájaní staníc do siete, výhodou je aj mobilita koncových zariadení - prenosných počítačov, mobilov, tabletov. Realizácia bezdrôtových sietí je vhodná v miestach, kde je náročné vytvoriť pripojenie pomocou káblov, ako napríklad výrobné haly. Taktiež sú to priestory s väčším počtom staníc, rôzne verejné inštitúcie, školy, firemné pripojenie v administratívnych budovách, či domáce bezdrôtové siete. Využitie môže mať napríklad aj ako rozšírenie pôvodnej káblovej siete, z dôvodu lepšej flexibilitnosti koncových zariadení. V mnohých prípadoch sa stáva, že bezdrôtová sieť nahradí pôvodnú LAN sieť, pretože modernizácia či obnova káblov a zariadení pri prechode na väčšiu rýchlosť, je v porovnaní s kompletnou náhradou za bezdrôtovú sieť drahšia. Bezdrôtové siete majú okrem výhod aj značné nevýhody a obmedzenia. Často sú rušené okolitými zariadeniami, ktoré pracujú na rovnakých kmitočtových pásmach. Siete sa rušia často aj navzájom medzi sebou. Nesprávne umiestnenie aktívnych prvkov siete môže ovplyvniť ich šírenie signálu, ovplyvňované sú napr. kovovými výstuhami stien, zárubňami a pod.. Štandard 802.11 má niekoľko častí a to 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, ktoré si podrobnejšie rozoberieme. [2][3][4][7]

Sieťové prvky spolu môžu komunikovať dvoma spôsobmi uskutočnenia bezdrôtového prenosu:

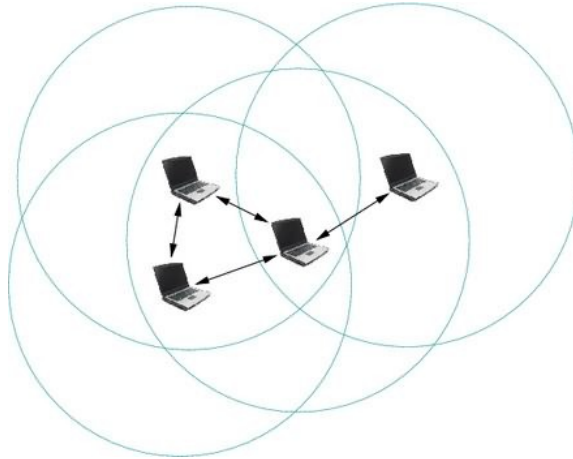
### 3.2.1 Ad hoc siete

V prípade, kedy medzi sebou komunikujú dva počítače priamo, vytvoria takzvanú ad hoc sieť, teda sieť, ktorá nepotrebuje centrálny prvok. Jeden počítač z tejto skupiny nastaví názov skupiny a parametre rádiového prenosu, ostatné počítače sa k nemu pripoja. Hovoríme o sieti typu BBS, ktorá definuje oblasť dosahu zariadení. Nakoľko počítače nepotrebujú žiadny centrálny prvok, hovoríme o sieti IBSS. Výhodou tejto siete je ich nízka cena. [4][7]

Počítače v tejto sieti majú len jeden rádiový vysielateľ, priepustnosť siete je z tohto dôvodu menšia a zariadenie funguje v režimu polovičného duplexu. Zariadenie nemôže teda odosielať a prijímať súčasne. Zariadenia, ktoré využívajú tento druh siete musia na seba vidieť, čo je v súčasnosti značne obmedzujúce. Nevýhodou tohto druhu sietí je ich



bezpečnosť. Pri metóde autentizácie sme značne obmedzený a preto sa môže pripojiť aj ten počítač, o ktorý v danom prípade nestojíme. Musíme taktiež určiť, kto zahajuje komunikáciu a kto rozhoduje o poradí komunikácie. [4][7]



Obr. 28. Ad hoc sieť [32]

### 3.2.2 Režim infraštruktúry

Použitie centrálného prvku v bezdrôtovej sieti je označované v literatúre, ako režim infraštruktúry. K centrálnemu prvku AP sa pripájajú ostatné zariadenia a ten slúži ako server, cez ktorý prúdia všetky dátové toky medzi klientmi v sieti (počítačmi a ostatnými zariadeniami siete). Výhodou tohto režimu pripojenia je možnosť filtrovať či kontrolovať prenos, vrátane prispôsobenia siete rôznym klientom. Centrálny prvok môže byť nie len AP, ale aj bezdrôtový prepínač, či smerovač. [4]



Obr. 29. Režim infraštruktúry [33]

### 3.2.3 Štandard 802.11

Je to prvý protokol bezdrôtových sietí LAN, štandardizovaný bol v roku 1997. Jeho výskyt je už v súčasnosti veľmi málo pravdepodobný. Nevyužíva sa najmä z dôvodu jeho

pomalejš rýchlости a to 1 - 2 Mb/s. Tento štandard je založený na technológií FHSS a DSSS. Frekvenčné spektrum, v ktorom tento štandard pracuje je 2,4GHz. Využíva sa kódovanie Baker 11, technológia modulácie je použitá DBPSK. Rozsah tohto kanálu je v závislosti na konkrétnom štáte, v konečnom rozsahu má k dispozícii až 14 kanálov. V USA sa používa 1 až 11, v Európe je to 13 kanálov a v Japonsku plný rozsah 14 kanálov. Neprekrývajú sa (neovplyvňujú sa navzájom) kanály 1,6 a 11. [7]

### 3.2.4 Štandard 802.11b

Štandard 802.11b je doplnkovým k štandardu 802.11, vznikol v roku 1999. Keďže jeho predchodca rýchlo zastaral, na čo mal vplyv najmä rýchly technologický vývoj. Úlohou IEEE bolo navrhnúť štandard, ktorý budú dodržiavať všetci výrobcovia. Rýchlость, ktorú ponúka 802.11b je až 11 Mb/s, je spätne kompatibilný. Využíva kódovanie dát metódou Baker 11 a CCK, technológia modulácie je použitá DBPSK a DQPSK. Vďaka ktorej je za rovnaký čas možné odoslať viac dát. Podobne ako u 802.11 aj pri tomto štandarde sa neprekrývajú kanály 1,6,11. [7]

### 3.2.5 Štandard 802.11g

Vznik štandardu 802.11g je v júli 2003. Pracuje na frekvenčnom rozsahu 2,4 GHz. Jeho rýchlость je 54 Mb/s. Je spätne kompatibilný so štandardom 802.11b. Pre rýchlости do 11 Mb/s používa rovnaké modulácie a kódovania ako jeho predchodcovia. Pre dosiahnutie vyšších rýchlости používa OFDM moduláciu. K dispozícii sú taktiež tri neprekrývajúce sa kanály 1,6,11. [7]

### 3.2.6 Štandard 802.11a

V roku 1999 ratifikovali štandard 802.11a, ktorý funguje na frekvencii 5 GHz bezlicenčného pásma. Nie je spätne kompatibilný s protokolmi 802.11, 802.11b, 802.11g, čo však znamená, že tento štandard nie je rušený týmito zariadeniami, mikrovlnnými rúrami, Bluetooth a pod.. Štandard má 8 neprekrývajúcich pásiem. Podporuje prenosové rýchlости do 54 Mb/s. Štandard využíva OFDM moduláciu, aj vďaka OFDM modulácii sa čiastkové kanály môžu prekrývať. V Európe nebolo možné dlhé roky používať tento štandard, pretože existovala čisto európska norma HiPerLAN, ktorá vznikla v ETSI. Táto norma pracovala v rovnakom pásme 5,15-5,30 GHz, ale navyše obsahovala pásmo 17,1-17,235 GHz a funkcie DFS a TPC. Preto regulačný úrad trval na tom, že 802.11a a jeho použitie v Európe je možné, len ak bude obsahovať tieto doplnkové funkcie. [2]

Tento štandard je špecifický nie len 5 GHz frekvenciou, ale aj tým, že sa pásmo delí na viac častí. Tieto časti sú označované ako UNII a boli navrhnuté pre rozličné použitie. UNII-1 je určené pre použitie v interiéroch s trvalou anténou a jeho frekvencie sú 5,15-5,25 GHz. UNII-2 je navrhnuté pre používanie v interiéroch a exteriéroch s externou anténou, jeho rozsah frekvencií je 5,25-5,35 GHz. Pásmo UNII-3 spadá do frekvenčného rozsahu 5,725-5,825 GHz, slúži na vonkajšie použitie, pre mosty, externé antény (agentúra FCC umožňuje použitie aj v interiéri, agentúra ETSI nepovoľuje bezlicenčné použitie tohto pásma). [7]

### 3.2.7 Štandard 802.11n

Predposledným zo spomínaných štandardov je 802.11n, ktorý bol oficiálne publikovaný v roku 2009. Jeho výhodou v porovnaní s predchodcami je vyššia rýchlosť a zvýšenie dosahu signálu. Pracuje na frekvencii 2,4 GHz a 5 GHz, šírku pásma využíva 20 MHz a 40 MHz. Maximálna teoretická rýchlosť tohto štandardu je 600 Mb/s. Využíva moduláciu CCK, DSSS alebo OFDM. Kompatibilný je so štandardmi 802.11b, 802.11g a 802.11a. Spätná kompatibilita a vyššia rýchlosť v porovnaní s predchádzajúcimi štandardmi a využitie viacerých antén je zapríčinená využitím technológie MIMO. MIMO umožňuje vysielat' a prijímať dáta pomocou viacerých antén, zvyšujeme tým priepustnosť a je možné dosiahnuť dokonalejší plne duplexný prenos. [2][8]

### 3.2.8 Štandard 802.11ac

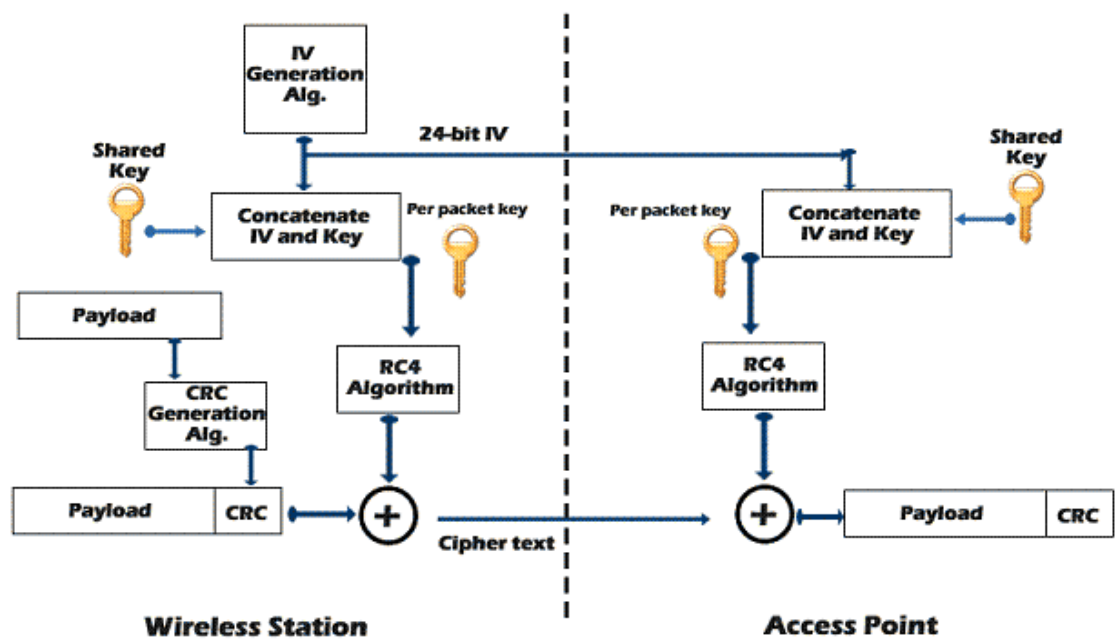
Tento štandard na rozdiel od jeho predchodcu 802.11n pracuje na frekvencii 5 GHz. Toto frekvenčné pásmo v súčasnosti nie je príliš využívané, preto je z pohľadu rušenia správnou voľbou a neruší sa so zariadeniami využívajúcimi 2,4 GHz frekvenčné pásmo. Hlavným rozdielom oproti ostatným štandardom je používaná šírka pásma, štandardne využíva prenosové pásmo o šírke 80 MHz a maximálne 160 MHz. Zvýšená šírka pásma znamená väčšie prenosové rýchlosti a to 866,7 Mb/s. Štandard a zariadenia ktoré ho využívajú používajú technológiu MIMO. Novinkou v tomto štandarde je využitie novej technológie MU-MIMO, ktorá sa prejaví pri pripojení viacerých používateľských staníc. Dokáže vyčleniť pre jedno zariadenie jednu anténu, a nebude teda so žiadnym iným zariadením deliť o rýchlosť. Ostatné zariadenia sa budú napr. deliť o zvyšné antény. [35]

### 3.3 Bezpečnosť bezdrôtových sietí

Bezdrôtové siete sú prenášané vzduchom, čo ich robí omnoho viac náchylnejšie na napadnutie a zneužitie prenášaných dát. Je jednoduché takéto siete odpočúvať a tak sú pre potenciálneho útočníka ľahko dostupné útoky, ako zber odosielaných údajov, falšovanie MAC a IP adres klientov, ktorí majú prístup k sieti, DoS útoky. Bezpečnosť bezdrôtových sietí prešla značným vývojom ochrany prenášaných dát a dnes už máme niekoľko možností, ako svoje siete chrániť. Zabezpečenie bezdrôtových sietí prebieha na niekoľkých úrovniach, od fyzickej a spojovej vrstvy až po vyššie vrstvy (IPSec VPN, firewall). Taktiež na najnižších vrstvách je dôležité správne nakonfigurovať a spravovať zabezpečovacie mechanizmy. [2]

#### 3.3.1 WEP

Mechanizmus WEP je súčasťou všetkých certifikovaných zariadení pre WLAN podľa štandardov 802.11a, 802.11b, 802.11g. Je to najstarší zabezpečovací mechanizmus z roku 1999, zabezpečuje len určitý stupeň utajenia prenášaných dát a poskytuje len slabú autentizáciu a integritu dát. Využíva symetrickú šifru RC4. Základom tohto zabezpečenia je tajný kľúč o dĺžke 40 alebo 104 bitov, ktorý si vzájomne zdieľajú všetky stanice v danej bezdrôtovej sieti - nazývame ho aj zdieľaný kľúč, alebo globálny kľúč. Tento kľúč sa používa pre autentizáciu, šifrovanie dát spoločne. Mení sa manuálne, nie automaticky, z čoho vyplýva, že je nutné ho často kvôli bezpečnosti meniť. Kľúč je definovaný pre jednosmernú aj všesmerovú komunikáciu na sieti. Zabezpečenie sa spolieha hlavne na systém zdieľania kľúčov tým, že každé zariadenie má kľúče dva. Jeden je už spomínaný globálny kľúč a druhým je dynamicky sa meniaci inicializačný vektor o dĺžke 24 bitov. Inicializačný vektor sa posiela v otvorenej forme ako súčasť každého paketu (aby druhá strana bola schopná správu dešifrovať) a obvykle sa s každým ďalším paketom mení, takže výsledné šifrovanie je jedinečné pre každý jednotlivý paket v bezdrôtovej sieti. [2][3]



Obr. 30. Šifrovanie a dešifrovanie správy v protokole WEP [34]

Hlavnou nevýhodou protokolu je fakt, že šifrovacie kľúče musia byť odosielané cez bezdrôtové spojenie bezpečne. Kľúče protokolu WEP sú ale v otvorenej podobe, a ako také sú ľahko odchytiliteľné. Ďalšou nevýhodou je už spomínané ručné menenie globálneho kľúča, čo je výhodou pre útočníka, pretože ho môže využívať až dovtedy, pokiaľ ho niekto nezmení. Nie je definovaný taktiež žiadny mechanizmus pre správu skupín kľúčov, takže vo veľkých sieťach sa používanie veľkého množstva kľúčov stáva nepraktickým. [3]

### 3.3.2 WPA a WPA2

Najaktuálnejšie zabezpečovacie protokoly v štandardoch 802.11x sú práve WPA a WPA2. Riešia niektoré problémy a nedostatky protokolu WEP tak, že generovanie kľúčov sa vykonáva mechanizmom TKIP, teda protokol dočasnej integrity kľúčov. V rámci TKIP sa používa 48 bitový inicializačný vektor a 128 bitový šifrovací kľúč, pomocou ktorých je vygenerovaný nový kľúč pre každý prenášaný paket zvlášť. Vďaka použitiu tohto mechanizmu a neustále sa meniacemu šifrovaciemu kľúču nie je možné získať prenášané dáta alebo prístup ku kľúču len odpočúvaním siete. Podobne ako WEP, aj WPA poskytuje šifrovanie jednosmerného a všesmerového prenosu. Koncové body spojenia majú rovnaký, vopred zdieľaný kľúč PSK. To znamená, že tento kľúč nie je možné zistiť zo zachytenej komunikácie, z tohto dôvodu je WPA oveľa bezpečnejšie. Použitie tohto protokolu je

vhodné pre menšie bezdrôtové siete. Od roku 2003, je WPA súčasťou všetkých prístupových bodov, doplniť sa dá aj do starších zariadení aktualizovaním firmvéru. [3]

WPA2 je úplnou implementáciou požiadaviek na bezpečnostný štandard, často označovaný aj ako 802.11i, ktorý bol schválený v roku 2004. Všetky zariadenia, ktoré spĺňajú normu pre WPA2, sú povinne označené obchodnou známkou s logom WiFi. Súčasťou WPA2 je protokol CCMP a jeho opačný režim (Counter Mode). Protokol využíva najbezpečnejší šifrovací algoritmus AES, ktorý doposiaľ nebol prelomený, takže utajenie dát je veľmi spoľahlivé. Staršie zariadenia už však nevedia spolupracovať s týmto protokolom, a teda nie je spätne kompatibilný. [2][3]

Oba protokoly WPA, WPA2 obsahujú dve úrovne zabezpečenia. Prvou je takzvané WPA Personal / WPA2 Personal (WPA - PSK), je to zabezpečenie pre domáce siete, druhou úrovňou je WPA Enterprise/ WPA2 Enterprise pre podnikové siete. WPA - PSK využíva vopred zdieľaný kľúč, a práve táto vlastnosť robí tento protokol vhodný pre malé siete, nazývané aj SOHO, ktoré neobsahujú autentizačný server 802.11x. Pre prístup k sieti zabezpečenej protokolom WPA - PSK je nutné poznať heslo v podobe slova zloženého zo znakov ASCII v dĺžke 8 až 63 znakov, alebo ako hexadecimálnu cifru (256 bitov). V prípade ASCII znakov sa na základe použitia hashovacej funkcie a identifikátoru SSID vypočíta 256 bitový reťazec hesla. Mechanizmus WPA - PSK je náchylný na slovníkové útoky hrubou silou, preto by mali byť použité heslá silné (13 a viac znakov). [3]

Pri použití zabezpečenia WPA Enterprise musí byť v sieti použitý aj tzv. RADIUS server, ktorý poskytuje autentizáciu užívateľov na základe prístupových oprávnení. Prístupový bod, teda najskôr posúva požiadavku na prístup do siete RADIUS serveru, ktorý na základe uložených údajov prístup povolí, alebo zamietne. RADIUS server môže taktiež požadovať viac informácií od zdroja, ktorý sa chce do siete pripojiť, napríklad druhé heslo alebo reakciu na výzvu. Najbezpečnejším riešením pre zabezpečenie bezdrôtovej siete je použitie protokolu WPA2 v kombinácii so šifrovaním AES. [3]

## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

## 4 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU SIETE

Základná škola pre ktorú vypracovávam návrhy modernizácie bola spustená do prevádzky v roku 1997. Od toho roku nebola školská počítačová sieť výraznejšie modernizovaná. Postupným pridávaním zariadení do siete a jej rozširovaním vznikol problém, že sieť nemá žiadnu logickú ani fyzickú mapu počítačovej siete. V celej školskej sieti teda vzniká veľký problém ak treba diagnostikovať závalu na sieti a následne ju odstrániť. Preto sa vedenie školy rozhodlo v budúcnosti školskú sieť modernizovať, vytvoriť mapu počítačovej siete, použiť zariadenia, ktoré budú pripravené na pripojenie do optickej internetovej siete a budú zvládať nápor narastajúcich pripojení.

Škola v súčasnosti vo svojej internej počítačovej sieti obsahuje niekoľko miestností, jednou z nich je najstaršia počítačová učebňa, v ktorej je umiestnený server, pripojenie na internet, centrálny switch. Jej postupným rozširovaním vzniklo ešte ďalších päť učební. Pripojené sú taktiež kancelárie vedenia školy, niektoré kabinety, triedy kde prebieha normálne vyučovanie či školská jedáleň. Drvivá väčšina pripojení je realizovaná pomocou káblov krútenej dvojlinky. Umiestnenie káblov je často riešené svojpomocne, niektoré káble sú uložené v lištách, iné vedené vonkajším priestranstvom uchytené na steny budovy. Niekoľko sieťových káblov je odpojených, či je problém nájsť ich druhý koniec. Prepojenie dvoch, povedzme centrálnych switchov je realizované von oknom (obr. 64), voľne visiacim káblom z pavilónu A do pavilónu B. Záujem učiteľov o pripojenie k internetu prinútil miestneho školského správcu k pripájaniu tried a kabinetov k sieti svojpomocne, v rámci svojich znalostí a odbornosti. Pripojenia sú realizované natiahnutím kábla cez stenu, oknom, bez ukončenia zásuvkou, vychádzajúceho z nejakého, vtedy voľného portu existujúceho switcha. Takéto pripojenie je problémové najmä z dôvodu častého poškodenia koncovky RJ45 a jej následná výmena a skracovanie privedeného kábla. Pripájanie ďalších switchov do siete bolo nutné z dôvodu nárastu požiadaviek na rozšírenie a pripojenie do internej počítačovej siete. V sieti sa nachádza aj niekoľko bezdrôtových vysieláčov, ktoré však sú často nestabilné, nesprávne nakonfigurované, nedostatočne zabezpečené, či nestíhajú vykonávať množstvo požiadaviek, ktoré sú na ne kladené. Bezdrôtové AP nemajú dostatočné pokrytie priestorov a ich signál je dostatočný len v rámci triedy kde je umiestnený, prípadne šírený len pár desiatok metrov mimo.



## 4.1 Rozmiestnenie budov a logická mapa počítačovej siete

V samotnom začiatku bolo nutné vykonať mapovanie siete pretože, žiadne neexistuje. Hľadali sa centrálné sieťové zariadenia, od nich vedené káble, či rozloženie priestorov školy. Vedením školy som bol oboznámený o základných informáciách o existujúcej počítačovej sieti a poskytli mi priestor pre realizáciu návrhov. Pre zrozumiteľnosť a čitateľnosť máp je použité označovanie priestorov veľkými písmenami abecedy, ktoré značia v akej časti sa miestnosť nachádza. Po označení písmenom nasleduje číselné označenie.

### 4.1.1 Rozmiestnenie budov a popis miestností

Podarilo sa vytvoriť niekoľko potrebných plánov. Prvým z nich bolo vytvorenie rozloženia budov, aby bolo pri realizácii jasné, odkiaľ - kam budú káble vedené a ktoré budovy a miestnosti sa budú pripájať. V plánoch budov a priestorov školy sú pre zrozumiteľnosť a rýchlejšiu orientáciu farebne odlišené miesta, ktoré sú už pripojené do existujúcej školskej počítačovej siete (na plánoch sú tieto miesta označené zelenou farbou).

Obrázok číslo 65 popisuje rozloženie budov a následne aj rozmiestnenie priestorov budov školy na prízemí. Ako je vidieť centrálnou budovou (na obrázku označovaná písmenom C) je časť s administratívnymi kanceláriami, šatnami, hlavným vchodom do budovy a časťou, kde je školská jedáleň. Ďalšími budovami sú dva pavilóny A a B. Oba pavilóny sú mapované zvlášť, kvôli ich početným podlažiam a lepšej prehľadnosti plánov. V roku 2012 škola dostala do prevádzky aj telocvičnu, ktorej priestory sú označované písmenom T.

Prvé poschodie popisuje obrázok číslo 66. Podobne, ako na predchádzajúcej mape sú pavilóny A a B označené len písmenom. Budova telocvične má len prízemie, preto je na tejto mape označená len ako celok. Dôležitými časťami sú miestnosti v centrálnej budove, nájdeme tam zasadaciu miestnosť, školskú knižnicu a jedáleň.

Dôležitou časťou popisu budov sú pavilóny s učebňami, v ktorých sú centrálné a ostatné sieťové prvky, či počítače. Na obrázku 67 a 68 je podrobné označenie priestorov v oboch pavilónoch. V pavilóne A chýba mapovanie priestorov prízemia. Je to z dôvodu, že tieto priestory využíva mestské centrum voľného času a nebudú podliehať modernizácii počítačovej siete. Všetky priestory v oboch pavilónoch sú označené, podrobne pre každé podlažie.

#### 4.1.2 Logická mapa počítačovej siete

Aby bolo možné sieť modernizovať, bolo nutné zistiť aktuálny stav a zapojenie siete. Tento krok sa realizoval aj z dôvodu využitia existujúcich riešení, pre prípad čiastkovej modernizácie, kedy by boli nevhodné a nefunkčné zariadenia nahradené za nové a pridané len nové sieťové zariadenia. Logickú mapu siete je na obrázku číslo 69.

Hlavnou a centrálnou miestnosťou je miestnosť s označením B17. Je to prvá počítačová učebňa, ktorá bola v škole zrealizovaná. Sú v nej umiestnené centrálné sieťové prvky a to: router (Cisco 876, 10M/100M, ADSL), firewall (Cisco Security ASA 5505), switch (TP Link TL-SF1024M, 10M/100M), WiFi router (Cisco AIR AP1242AG-E-K9, 802.11a/g), server (HP ProLiant ML310e Gen8 v2), switch (Pro-Nets ES3116CH, 10M/100M), WiFi router (Izcomax WA2204A, 802.11g) a 18 počítačov. Z tejto miestnosti sú následne vedené ostatné pripojenia a káble do učebni A16, B03, B16, B19, do administratívnej časti (tu sa sieť delí v ďalšom switchi (DTK Computer ES3116CH2, 10M/100M) do častí C01-C05, C12, C14) a kabinetu B25.

V poradí druhá je učebňa B19. V miestnosti sa nachádza dvadsať jedna počítačov, jeden switch (Repotec RP-SW24P, 10M/100M). Zo switchu sú vyvedené káble do kabinetu B29, B310 a jeden do priestorov telocvične T02. Učebňa dejepisu na prvom poschodí pavilónu B s označením B16 je pripojená z učebne B17. Nachádzajú sa tu dva WiFi routre, prvým je WiFi router (D Link DIR-826L, 802.11a/b/g/n), z ktorého je prepojený druhý WiFi router (Asus RT-AC66U, 802.11ac), ktoré majú pokryť signálom učebňu a jej vybavenie tabletmi. Pripojenie je nestabilné, vypadáva, čo by za následok mohli mať nesprávne nakonfigurované oba routre, vysielajúce v rovnakom kanáli.

Kabinet B25 je ďalším vetvením siete. Nachádza sa tu switch (Tenda S108, 10M/100M), z ktorého vedú káble do učebne B24 a B26. V počítačovej učebni B24 je umiestnený ďalší z mnoho switchov (Tenda TEH160SK, 16 port, 10M/100M) a z neho sú privedené káble do učebne B31 (switch Evolve, SW108D, 10M/100M). Táto učebňa je mimo prevádzky, nachádzajú sa tu zásuvky RJ45, ktoré sú umiestnené v lištách, jediné funkčné pripojenie je natiahnuté do jedálne C013.

Učebňa kontinuálneho vzdelávania je taktiež pripojená do kabinetu B25. Nachádza sa tu WiFi router (Cisco WRV210, 802.11b/g), na ktorý sa pripája dvadsať notebookov.

Druhá najväčšia počítačová učebňa sa nachádza v pavilóne A, s číslom A16. Ako už je zrejmé, pripojenie je privedené z učebne B17 UTP káblom Cat5e, vonkajším priestranstvom. Následne je pripojený do switchu (Tenda TEH160SK, 16 port, 10M/100M). Zo switchu sú pripojené káble do tried A12, A14, A15, A22, A23, A24, A25, A26. Dva káble sú vedené do ďalších dvoch switchov (TP link TLSF1008D, 8 port, 10M/100M) v tej istej miestnosti, z ktorých sú pripojené počítačové zásuvky umiestnené v lištách.

Ďalšie podrobnejšie pripojenia sú uvedené v logickej mape aktuálneho stavu počítačovej siete, s popisom zariadení a miestností.

## 4.2 Bezpečnosť siete

Dôležitou časťou správy siete je jej bezpečnosť. Bezpečnosť z hľadiska prístupu z internetu, či v rámci internej počítačovej siete. Zabezpečiť by sa mal taktiež prístup k zariadeniam, dôležitým pre chod siete. Nakoľko sa jedná o školskú počítačovú sieť, treba sieť zabezpečiť aj antivírusovým programom, ktorý sieť chráni voči vírusom a možným hrozbám z internetu. Prístup k počítačom majú aj deti, ktoré nie sú veľmi počítačovo zdatné a sú ľahkým terčom útoku škodlivého softvéru. Preto som sa rozhodol dostupnými spôsobmi zistiť aktuálny stav bezpečnosti siete.

### 4.2.1 Zariadenia bezpečnosti a bezpečnostný software

Škola používa pre zabezpečenie svojej siete zariadenie od firmy Cisco, jedná sa o firewall Cisco ASA 5505. Toto zariadenie je určené pre malé a stredné podniky, výrobca ho označuje za veľmi schopné bezpečnostné zariadenie. Je ľahko rozšíriteľné a poskytuje dôležité funkcie bezpečnosti ako SSL, IPSec VPN, NAT, PAT. Ovládanie a nastavenie je cez integrovaný grafický nástroj ASDM. Disponuje ôsmimi Ethernetovými portami (10M/100M), ktoré môžu byť rozdelené až do troch VLAN, každá pre inú časť siete. Vhodné je to najmä kvôli bezpečnosti v sieti. Dva z týchto portov PoE (Power of Ethernet), čo je možné využiť pre rozširovanie siete o externé bezdrôtové prístupové prvky. Zariadenie je vhodné pre ďalšie použitie v sieti a nie je nutné ho pri čiastočnej modernizácii meniť. Zvažovať výmenu by bolo nutné v prípade prechodu siete na vyššiu prenosovú rýchlosť nad 100 Mb/s.

Škola disponuje licenciou na antivírusový softvér od spoločnosti ESET. Na všetkých počítačoch je nainštalovaný Eset Endpoint Security verzie 5. Program je vhodný práve pre použitie vo firmách či väčších počítačových sieťach. Poskytuje antivírusovú a anti-

spywareovou ochranu. Zabezpečuje taktiež bezpečnosť najčastejšie používaných aplikácií, akými sú internetové prehliadače, PDF čítačky, emailoví klienti či programy od MS Office. Spoločnosť Eset patrí k špičkovým firmám zaoberajúcimi sa bezpečnosťou v informačných technológiách, aj z tohto dôvodu sa pri návrhoch siete počíta s týmto softvérom a nezvažuje sa jeho výmenu za iný. Vyhovuje všetkým požiadavkám pre bezpečnosť v lokálnej sieti a jeho funkcie ho dokážu ochrániť aj pred útokom z vonkajšej siete - Internetu.

Centrálne prvky siete sa nachádzajú v počítačových učebniach či kabinetoch, teoreticky je teda zaistená aj bezpečnosť z hľadiska prístupu k zariadeniam. Z hľadiska bezpečnosti by však bolo vhodné zariadenia umiestniť do uzamykateľných dátových rozvádzačov, kde by mali prístup len kompetentné osoby. Bola by tak zaistená neodborná manipulácia či znemožnenie poškodenia zariadení neodbornou manipuláciou.

### 4.3 Zhodnotenie stavu siete

Aktuálny stav počítačovej siete zodpovedá svojmu veku a spôsobu realizácie. Niektoré riešenia nie sú z technického hľadiska príliš vhodné, nakoľko si ich škola vo väčšej časti realizovala svojpomocne. Zariadenia v sieti sú už zastarané a preto je modernizácia správnym krokom k spokojnosti užívateľov a stabilite siete.

#### 4.3.1 Nevyhovujúce riešenia a slabé stránky realizovanej počítačovej siete

Medzi hlavné nedostatky patrí neexistujúci popis siete, čo značne komplikuje správu siete súčasnemu alebo externému správcovi. Štruktúrovaná kabeláž je z veľkej časti bez popisu a označenia. Umiestnenie káblov a sieťových spojov je realizované voľne položenými sieťovými káblami, káblami v spleti (obr. 70), čo značne ohrozuje ich životnosť a sú vystavené poškodeniu. Pripojenie niektorých kabinetov je len pomocou káblu zakončeného konektorom RJ45, čo má za následok jeho časté poškodenie a nutnosť výmeny. Nevhodným spôsobom je realizované prepojenie centrálnych prvkov dvoch pavilónov voľne visiacim sieťovým káblom (obr. 71) a rovnako aj pripojenie školskej telocvične resp. kabinetov telesnej výchovy v nej. Kábel voľne visiaci vo vzduchu je vystavovaný prírodným javom, vplyvom počasia, či vplyvom rušenia z okolia. Čo v prípade jeho poškodenia úplne znefunkční pripojenie A pavilónu do siete. V sieti sa nachádzajú aj iné pripojenia vedené vonkajším priestranstvom, po plášti budovy, či po streche budovy (obr. 72), ktoré by bolo vhodné premiestniť do interiéru,.

Aktivne prvky siete sú z veľkej časti zastarané, ich prenosové rýchlosti sú do 100 Mb/s. V prípade rýchlejšieho pripojenia na internet by došlo k degradácii rýchlosti a obmedzovali by prenos a teda priepustnosť siete pri prenosoch väčších súborov. Sieť je už na prvý pohľad veľmi vetvená, používa sa veľké množstvo switchov, mnoho z nich je určených len pre domáce použitie a nie použitie vo firemnej (väčšej) sieti. Použitie rozdielnych výrobcov sieťových prvkov môže mať taktiež za následok ich nekompatibilitu či problém v komunikácii a stabilite siete. V návrhoch siete je nutné sieť viac centralizovať a používať vhodné aktívne sieťové prvky.

Bezdrôtové siete sú kritickým bodom v tejto počítačovej sieti. Nesprávna konfigurácia bezdrôtových routrov, ich nedostatočne nastavená bezpečnosť, umiestnenie dvoch vysielajúcich routrov vedľa seba, vzájomné rušenie ich robí takmer nepoužiteľné (obr. 73). Nesprávne zvolené sú aj zariadenia, ktoré zabezpečujú bezdrôtové pripojenie, často sú určené len na domáce použitie, majú rozdielne prenosové rýchlosti, či s krátko pokrytie. Dosah bezdrôtových AP je veľmi slabý, WiFi signál je v drvivej väčšine šírený len v rámci jednej počítačovej učebne, či učebne tesne susediacimi s prístupovým bodom.

Adresovanie v sieti je taktiež nevhodné pre použitie vo firemnej a teda školskej počítačovej sieti. Počítače pripojené do siete majú prístup ku všetkým zariadeniam v sieti. Podľa IP adres sú teda umiestnené na jednej počítačovej sieti. Sieť nie je nijak delená na administratívnu časť a časť určenú pre žiakov. Táto skutočnosť môže značne ohroziť únik dôležitých dát, či ich úmyselné zmazanie. Je nutné teda sieť rozdeliť a chrániť tak dôležité dáta.

#### **4.4 Požiadavky na modernizáciu**

Vedenie školy sa rozhodlo modernizovať svoju počítačovú sieť z viacerých dôvodov. Jedným z dôvodov je už teraz nedostačujúca rýchlosť a taktiež výpadky na sieti. V budúcnosti škola chce prejsť na optické pripojenie k internetu, čo znamená aj zvýšené požiadavky na sieťové prvky a prenosové rýchlosti v sieti. Ďalšou požiadavkou je odstrániť ďalší hlavný nedostatok a to je popis siete, sieť je potrebné teda zmapovať, vytvoriť schému a dokumentáciu aktuálnej a novej siete. Modernizáciou by malo byť doplnené chýbajúce a nevyhovujúce bezdrôtové spojenie. Očakáva sa stabilné bezdrôtové pripojenie na každom poschodí v pavilóne.

V jednom z návrhov by mali byť vytvorené zásuvkové pripojenia pre všetky triedy a kabinety na škole. Pre prípadné ďalšie rozšírenie siete a obsluhu požiadaviek zamestnancov školy na prístup k internetu aj v kabinetoch. V sieti by nemalo chýbať pripojenie školskej jedálne do siete, nakoľko sa uvažuje o použití elektronického vydávania obedov pomocou bezkontaktných čipových kariet, kde je nevyhnutné pripojenie správcovského serveru, ktorý môže byť teoreticky umiestnený už v priestoroch jedálne. Nemalo by chýbať pridanie bezdrôtového pripojenia do priestorov jedálne, nakoľko škola spolupracuje s externými vysokoškolskými zariadeniami a priestory jedálne taktiež poskytuje na vyučovacie účely pre väčšie počty študentov. V druhej najväčšej miestnosti na škole, akou je zasadacia miestnosť, by nemalo chýbať bezdrôtové pripojenie, zvládajúce pripojenie väčšieho počtu klientov počas konferencií a podobne.

Modernizáciou by sa mali odstrániť všetky aktuálne nevhodne technicky spracované pripojenia. Či už sú to pripojenia kabinetov telesnej výchovy, spojenia pavilónu A a B, a administratívy v jedálni.

## 5 NÁVRHY POČÍTAČOVEJ SIETE

Návrhy, ktoré sú v nasledujúcich kapitulách vytvárané, sú rozdelené do troch častí podľa ekonomických ukazovateľov, použitých technických prvkov a rozsahu modernizácie. Podstatné a nevyhnutné vo všetkých návrhoch je vytvoriť návrhy na mieru pre danú základnú školu a splniť všetky zadané požiadavky. Prvý návrh sa zameriava na prípadné využitie existujúcej štruktúry siete, niektorých sieťových prvkov a odstránia sa len všetky nevyhovujúce technické realizácie a doplnia bezdrôtové prvky. Tento návrh by mal byť ekonomicky najvýhodnejší. Druhým návrhom je sledovaná najmä centralizácia, bezdrôtové siete, vyriešenie nevyhnutných opráv a zmien, príprava siete na vysokorýchlostné pripojenie. Tretí návrh je návrh kompletnej modernizácie, výmenou všetkých prvkov, zavedením novej štruktúrovanej kabeláže, pridaním vysokorýchlostných bezdrôtových prvkov. Je to návrh, ktorý spĺňa dlhodobejšie vyhliadky bez nutnosti výmeny zariadení, nevýhodou sú však jeho vyššie počiatkové náklady.

### 5.1 Pomenovanie zariadení a správa siete

Správne vyriešený popis sieťovej infraštruktúry by mal byť zrozumiteľný a čitateľný každému, kto má na starosť správcovskú úlohu, či osoba poverená na odstránenie problému alebo pridania novej časti siete. V návrhoch je teda použité označovanie založené na skratke názvu zariadenia, číslu miestnosti a číslu zariadenia. V prípade počítača to je označenie PC\_A16\_01 a v prípade aktívneho sieťového prvku ako switch je označenie SW\_A16\_01 a pod.. Tento druh značenia má v budúcnosti správcovi siete uľahčiť prácu s vyhľadávaním a lokalizáciou zariadenia, zásuvky, či aktívneho sieťového prvku. Na zariadeniach zo spodnej strany je nalepená značiaca nálepka s označením aktívneho prvku, v mape sieťovej infraštruktúry sú zakreslené miesto umiestnenia s popisom zariadenia (názov zariadenia) a zásuvky. Zásuvky obsahujú cedulky s číslom podobne ako zariadenia, A16\_01. V prípade, kedy sú umiestnené dvojzásuvky, označujú sa A16\_01a / A16\_01b. Takéto označenie je použité aj pri patch paneli umiestnenom v dátovom rozvážači. V prípade, kedy je kábel privedený priamo do aktívneho prvku, na jeho konci je použitá označovacia nálepka, a taktiež číslo napísané na konektore. Všetky zariadenia, zásuvky a káble musia byť označené na oboch koncoch, aby nevznikol opäť problém s popisom a hľadaním, kam daný kábel patrí.

## 5.2 Adresovanie v sieti

Správne adresovanie v sieti je dôležitým faktorom pre správne fungovanie počítačovej siete a komunikácie v nej. Pri adresovaní využívame IP adresu, je to 32 bitové číslo, ako jedinečný identifikátor pre každé zariadenie v sieti. Z pohľadu bezpečnosti je vhodné sieť deliť na časti. Sú to časti, kde nechceme aby mali niektoré osoby prístup, či už len z hľadiska, že tento prístup nie je nutný alebo pre ochranu dát. Ďalším z dôvodov prečo je dobré sieť deliť je prehľadnosť. Ak máme v sieti niekoľko oddelení ako administratíva, počítačové učebne a kabinety, je vhodné oddeliť najmä komunikáciu s administratívnou časťou.

Jeden z nástrojov, pomocou ktorého sú siete delené sa volá VLAN. Je to softvérové delenie siete na menšie časti, bez ohľadu na ich fyzické pripojenie. Nemusia byť teda zapojené do rovnakého zariadenia. Pri vytváraní VLAN je využitá konfigurácia príslušného portu na aktívnom prvku - switch. Výhodou tohto riešenia je, že ak je pripájaná napríklad administratívna časť, v prípade výmeny zariadenia (nákup nového počítača, rozšírenie siete a pod.) nie je nutné prekonfigurovať switch, pretože daný port je zaradený do VLAN určenej administratíve.

V návrhoch sa sieť delí na tri časti. Jedna časť je určená pre administratívu, kde bude zahrnutá riaditeľňa, zborovňa, zástupcovia riaditeľa a účtovníctvo. Počítačové učebne spolu s kabinetmi sú zahrnuté v druhej časti siete, tretiu časť tvorí školská jedáleň.

Aktuálny stav adresovania na sieti je nasledovný. Sieť nie je rozdelená na podsiete ani na VLAN, jej podrobný popis nájdete v tabuľke č.2:

Tab. 2. Aktuálne adresovanie v sieti

Sieť	10.1.32.0/24
Broadcast	10.1.32.255
Maska	255.255.255.0
Najnižšia použiteľná IP	10.1.32.1
Najvyššia použiteľná IP	10.1.32.254
Maximálny počet IP	254

Nové navrhované adresovanie využíva delenie siete pomocou VLAN. Najväčšia časť v sieti sú triedy a kabinety, tu je rozsah siete pripravený na pridanie 1022 zariadení (použiteľných IP adries). Dve menšie časti tvorí administratívna časť školy a jedáleň. Tu



sú pripravené rozsahy 254 použiteľných IP adries. Distribúciu IP adries v návrhoch má za úlohu DHCP server.

Tab. 3. Nové adresovanie v sieti

Názov VLAN	Číslo VLAN	Sieťová adresa	Sieťový rozsah	Broadcast	Maska
TriedyKabinetyVL	VLAN 10	172.16.16.0/22	172.16.16.1 - 172.16.19.254	172.16.19.255	255.255.252.0
AdministraciaVL	VLAN 20	172.16.20.0/24	172.16.20.1 - 172.16.20.254	172.16.20.255	255.255.255.0
JedalenVL	VLAN 30	172.16.21.0/24	172.16.21.1 - 172.16.21.254	172.16.21.255	255.255.255.0

Bezdrôtové prístupové body distribuujú IP adresy určené pre triedy a kabinety. Použitý SSID názov školskej bezdrôtovej siete je ZSKOM. Rovnaké SSID vysielajú všetky AP v sieti. Prihlasovanie do siete je zabezpečené pomocou režimu WPA2 - Enterprise spolu s RADIUS serverom. Úvodná konfigurácia je zložitejšia, ale úroveň bezpečnosti je omnoho vyššia. Každý používateľ sa bude prihlasovať pomocou vlastných prihlasovacích údajov, generovaných podľa mena a priezviska spolu s priradeným heslom. Priradenie klientov prístupu má na starosť správca siete.

### 5.3 Server

Server je v súčasnosti v správe externej firmy. Spustená je na ňom ASC agenda. Databáza ASC agendy a jej zálohy. Ostatné služby, ako pridelovanie IP adries, preklad adries a pod. sú spustené pod správou internetového poskytovateľa. V budúcnosti by bolo vhodné správu servera zakomponovať do školskej počítačovej siete. Škola by tak mala prístup k serveru, mohli by byť na ňom spustené služby, ako internetová stránka, či školský zálohovací systém. Celý systém školskej siete okrem pripojenia na internete by bol teda len v správe školy, čo by ju robilo viac nezávislejšiu.

### 5.4 Čiastočná modernizácia najkritickejších nedostatkov

Prvým návrhom je čiastočná modernizácia najkritickejších nedostatkov na sieti. Cieľom návrhu je, ak to bude možné zachovať niektoré existujúce sieťové prvky a doplniť ich, prípadne zariadenia vymeniť za novšie modely. Dôležitým aspektom je rýchlosť siete a teda prenos dát po sieti. Tá je realizovaná na 1Gbit Ethernete, ako príprava pre pripojenie školy k vysokorýchlostnému optickému Internetu.

Odstránené je nevyhovujúce spojenie medzi pavilónom A a B, taktiež pripojenie kabinetov umiestnených v telocvični. Odstránené sú taktiež všetky ostatné nevyhovujúce pripojenia, ktoré by novú prenosovú rýchlosť mohli obmedzovať. Sieť je doplnená o bezdrôtové prístupové body na chodbách a taktiež v učebniach, kde je možné takéto pripojenie použiť. Existujúce pripojenia prešli rekonštrukciou, v miestach, kde sú privedené UTP káble správnym spôsobom, sú zrealizované pripojenia ukončené do zásuvky. V návrhu sa počíta aj s pripojením nových tried a kabinetov, kde nie je zrealizované pripojenie k sieti.

Zavedené sú nové internetové zásuvky do priestorov jedálne. Jedno pripojenie pre zariadenie určené pre bezkontaktný výdaj obedov a druhé pre bezdrôtový prístupový bod. Zakomponovaný je aj návrh umiestnenia serveru pre správu výdajov obedov. Tento systém má byť v budúcnosti doplnený externou spoločnosťou.

#### **5.4.1 Prenosové média**

Ako základné prenosové médium sú použité metalické vodiče. Jedným z dôvodov je zachovanie niektorých existujúcich pripojení, ktoré nie sú realizované nevhodným spôsobom. Cieľom tohto riešenia je znížiť tak počiatočné náklady na štruktúrovanú kabeláž. Prenosové médium použité vo väčšine existujúcej sieti je tvorené použitím metalického kábla Cat5e. Použitím vhodných sieťových prvkov vieme aj káble tejto kategórie použiť na prenosovú rýchlosť 1Gbit/s. Podmienkou je vysielat' signál o šírke pásma 125MHz.

Dopĺňanie siete o nové pripojenia a spojenia medzi aktívnymi sieťovými prvkami sú realizované pomocou UTP kábla Cat6. Toto rozhodnutie je vykonané z dôvodu budúceho využitia siete, bez nutnosti neskoršej výmeny centrálnych spojení. V návrhu sa nepoužívajú optické prepojenia, z dôvodov vyšších počiatočných nákladov, čo by návrh predražilo. Ukončenie všetkých existujúcich sieťových spojov je v zásuvkách s jedným portom RJ45, CAT5e. Pridávané nové spoje sú na začiatku ukončované v patch paneli, pri zariadeniach sú ukončené zásuvkou 2x RJ45, CAT6.

#### ***Dátový rozvádzač***

Uzamykateľný rozvádzač o veľkosti 12U, hĺbka 450mm. Vhodný pre uchytenie na stenu, či polozenie v priestore. Priechod káblov v strope a dne rozvádzača. Vstavaný vetrák 230V. Celkové rozmery 600x600x450mm.



Obr. 31. Dátový rozvádzač 12U

### ***Patch panel Datacom 24 portov***

Patch panel je CAT6, obsahuje 24 portov, veľkosť panelu je 1U. Svorkovnica na pripojenie káblu je typu LSA/Krone.



Obr. 32. Patch panel 24 portový

### **5.4.2 Aktívne sieťové prvky**

Podobne, ako je to pri prenosových médiách aj aktívne sieťové prvky sú v návrhu použité také, ktoré dokážu prenášať dáta Gigabitovým Ethernetom. Ďalším kritériom je použitie bezdrôtových sieťových vysieláčov pripojených a napájaných pomocou technológie PoE. Preto pri výbere zariadení, ktoré budú centrálné pre dané pripojenie je potrebné klásť dôraz, aby obsahovali takéto porty. Výhodou tohto riešenia je, že nie je nutné pokladať popri UTP káblu aj kábel elektrického napájania, ktorý by mal vplyv na rušenie prenosu cez toto prenosové médium.

### **5.4.3 Popis použitých zariadení a ich označenie v sieti**

#### ***TP-LINK T2600G-52TS***

Vysoko výkonný switch, ktorý disponuje 48 portami GLAN, 4 portami SFP. Je vhodný pre umiestnenie do 19" rozvádzača. Jeho výhodou sú pokročilé funkcie VLAN,

QoS, riadenie na vrstvách L2 až L4. V prípade ďalšieho rozšírenia je možné ho doplniť o ďalšie moduly.



Obr. 33. TP-LINK T2600G-52TS

#### 5.4.3.1 TP-LINK SG1024

Jednoduchý ale vysokorýchlostný switch, s 24 portami GLAN. Vhodný pre použitie do 19" rozvádzača.



Obr. 34. TP-LINK SG1024

#### TP-LINK SG1008PE

Switch disponuje 8 GLAN portami, je možné ho použiť ako stolný, alebo pre použitie v rozvádzači. Všetky jeho porty sú PoE, maximálne zaťaženie portov je 124W, maximálne zaťaženie jedného portu je 30W. Výhodou je aj možnosť použitia VLAN.



Obr. 35 TP-LINK SG1008PE

#### TP-LINK EAP320

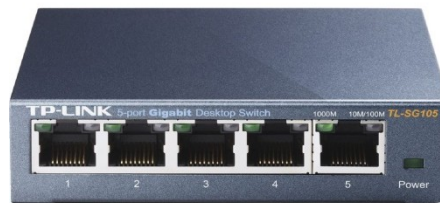
Výkonné zariadenie pre využitie vo verejných priestoroch, či kanceláriách. Rýchlosť až do 1200 Mb/s, podpora štandardov 802.11a/b/g/n/ac. Dual-Band technológia 2,4 a 5GHz, 1 GLAN port, napájanie pomocou PoE. Centralizovaná správa pomocou vlastnej bezplatnej aplikácie.



Obr. 36. TP-LINK EAP320

### ***TP-LINK SG105***

Vzhľadom jednoduchý no výkonný switch, obsahuje 5 GLAN portov. Jeho výhodou je použitá technológia pre šetrenie elektrickej energie. Založená na princípe, ak v porte nie je pripojený, funkčný kábel, odpojí ho od energie.



Obr. 37. TP-LINK SG105

### ***TP-LINK TL-SG1008P***

Kvalitný vysokorýchlostný switch, obsahuje 8 GLAN porty, z toho 4 porty podporujúce PoE technológiu.



Obr. 38. TP-LINK TL-SG1008P

### ***TP-LINK TL-SG1016D***

Vysokorýchlostný switch, 16 portov GLAN, vhodný aj pre montáž do 19" rozvádzača. Podpora half-duplex a full-duplex prenosu. Switch vybavený najmodernejšími technológiami, pre šetrenie elektrickej energie.



Obr. 39. TP-LINK SG1016D

**TP-LINK TL-SG108**

Ďalší z menších ale výkonných switchov, obsahuje 8 GLAN portov. Jeho výhodou je taktiež použitá technológia pre šetrenie elektrickej energie. Založená na princípe, ak v porte nie je pripojený, funkčný kábel, odpojí ho od energie.



Obr. 40. TP-LINK TL-SG108

V tabuľke č.4 je popis zariadení, označenie zariadenia na sieti a model, o ktoré zariadenie sa jedná. Toto označenie bude použité aj v mape siete.

Tab. 4. Označenie použitých zariadení v návrhu č.1

Označenie	Typ zariadenia	Značka	Model / Typ
ROZ_B17_01	dátový rozvádzač	Datacom	12U, 19"
PP_B17_01	Patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
SW_B17_01	Switch	TP-LINK	T2600G-52TS
SW_B17_02	Switch	TP-LINK	TL-SG1024
SW_B17_03	Switch	TP-LINK	TL-SG1008PE
AP_B1P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
SW_C1P_01	Switch	TP-LINK	SG105
SW_A16_01	Switch	TP-LINK	T2600G-52TS
SW_C14_01	Switch	TP-LINK	TL-SG1008P
AP_C12_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B0P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B2P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B3P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
SW_B19_01	Switch	TP-LINK	TL-SG1024
AP_B16_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
SW_ADM_01	Switch	TP-LINK	TL-SG1016D

SW_B25_01	Switch	TP-LINK	TL-SG1008P
AP_B26_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
SW_B24_01	Switch	TP-LINK	TL-SG1024
SW_B31_01	Switch	TP-LINK	TL-SG108
SW_A16_02	Switch	TP-LINK	TL-SG1008P
AP_A2P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_A1P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_C16_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_TV_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320

#### 5.4.4 Návrh siete

Sieť je návrhu rozdelená na tri vrstvy. Prvá vrstva obsahuje zariadenia, ako router, firewall, server, a centrálny switch. Druhá vrstva obsahuje switche použité v počítačových učebniach, pripojenie kabinetov, pripojenie ostatných tried. Tretia vrstva sú koncové zariadenia, počítače, tablety, mobilné telefóny.

Centrálna miestnosť, odkiaľ je napájaná a vedená celá sieť je existujúca učebňa B17. Všetky sieťové zariadenia sú v nej umiestnené v jednom rozvádzači, kvôli lepšiemu prístupu, prehľadnosti a bezpečnosti zariadení. Použitý je rozvádzač ROZ\_B17\_01. V ňom sú umiestnené 3ks políc, ktoré sú pripravené pre prípadne polozenie routra, firewallu a iných prvkov siete, patch panel PP\_B17\_01. V rozvádzači je taktiež umiestnený panel pre uväzovanie UTP káblov a taktiež napájanie zariadení.

Z tejto centrálnej miestnosti je odstránené existujúce pripojenie pavilónu A a B. Nahradili sa existujúce použité zastaralé switche. Ako centrálny switch je použitý SW\_B17\_01. Pripojenie počítačov v učebni je realizované cez switch SW\_B17\_02. Bezdrôtové prístupové body sú pripojené do switchu SW\_B17\_03. Tento switch je pripojený do centrálného switchu a umiestnený taktiež v dátovom rozvádzači. Zariadenia, ako router, firewall a server sú nezmenené (router a switch je v správe dodávateľa internetu). Všetky nové pridávané pripojenia sú v učebni B17 ukončené v patch paneli PP\_B17\_01, pri zariadení sú UTP káble ukončené v zásuvke, následne sú prepojené patch káblami.



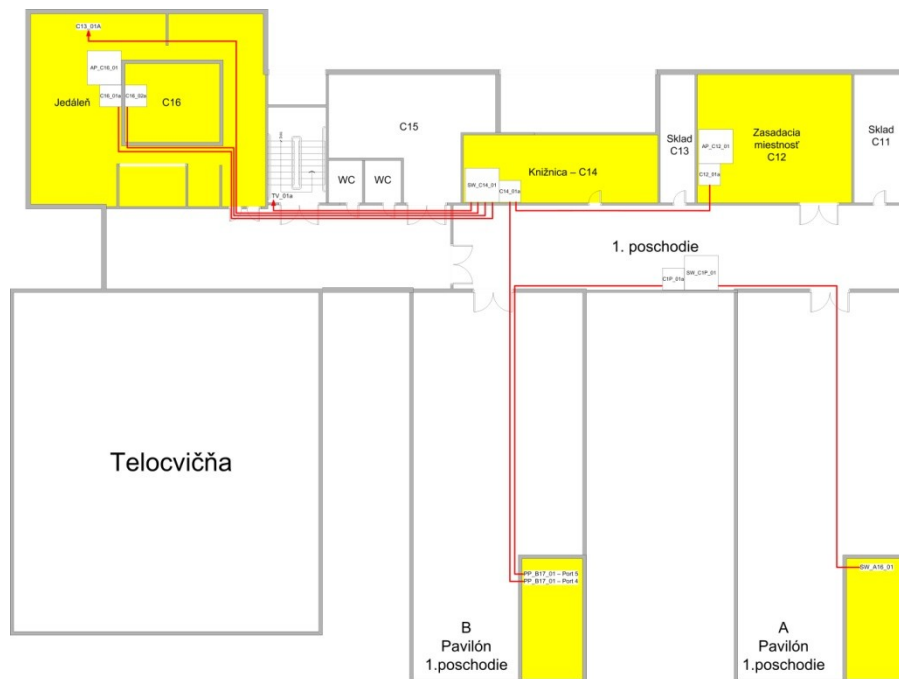
Obr. 41. B pavilón - pridané nové káble a zariadenia s popisom

Pridané je pripojenie pre bezdrôtový prístupový bod, umiestnený na chodbe prvého poschodia AP\_B1P\_01. Pre všetky prípady, kedy je pridaný bezdrôtový prístupový bod použijem rovnaké zariadenie. Toto zariadenie spĺňa okrem iného aj požiadavky pre centralizované riadenie, ponúka vlastný bezplatný softvér, pomocou ktorého sa dajú všetky prístupové body ovládať. Táto možnosť je pre použitie v takejto rozľahlej sieti nutnosťou.

Keďže sa v návrhu počíta s pridaním bezdrôtových prístupových bodov pre každé poschodie, sú vyvedené ďalšie káble pre pripojenie prízemnia, druhého poschodia a tretieho poschodia cez schodisko umiestnené vedľa učebne B17. Tieto pripojenia môžu v budúcnosti nahradiť pripojením ďalšieho switchu a riešiť tak pripojenie ostatných tried či kabínov. Umiestnenie týchto switchov je odporúčané do miestnosti B07, B27, B37.

Novým káblom vyvedeným z B17 je UTP kábel do pavilónu A, ten je vedený v lištách po prvom poschodí B pavilónu, pokračuje po obryse spojovacej chodby, kde je ukončený a pripojený v zásuvke a následne vo switchi SW\_C1P\_01. Tento switch slúži ako zosilňovač signálu. Toto riešenie je z dôvodu väčšej vzdialenosti pripojenia A pavilónu, ktorá presahuje vzdialenosť nad 100m. Následne zo switchu vedie kábel až do miestnosti A16, kde je pripojený do centrálného switchu danej miestnosti SW\_A16\_01, použitý rovnaký switch ako v B17.





Obr. 42. 1. poschodie - pridané nové káble a zariadenia s popisom

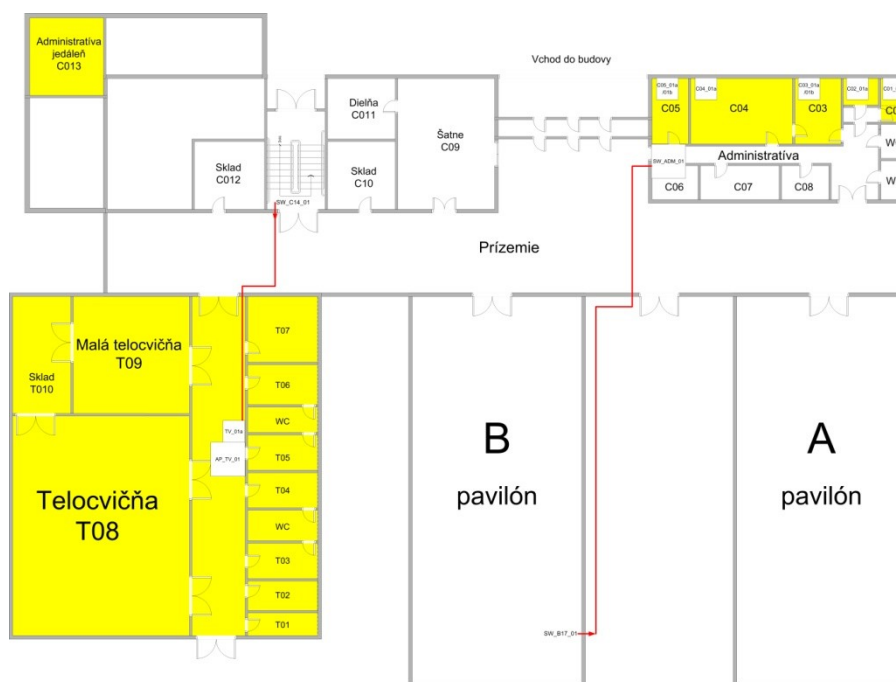
Tretím pridaným pripojením je pripojenie školskej knižnice C14. V knižnici je umiestnený menší switch SW\_C14\_01, slúžiaci na rozdelenie siete do priestoru jedálne C16, zasadacej miestnosti C12, prípadne pre pridanie serveru určeného na správu systému pre výdaj obedov (počíta sa s umiestnením serveru do školskej knižnice). V zasadacej miestnosti sa ako prístupový bod použije AP\_C12\_01. Z knižnice vedie kábel cez schodiško na prízemie, kde je privedený do priestorov telocvičňa, a tu je ukončený v zásuvke. V zásuvke je pripojený ďalší AP\_TV\_01. Toto pripojenie má za úlohu pokryť dva kabiny telesnej výchovy T01 a T02.

Administratívna časť jedálne bola v existujúcom riešení pripojená cez strechu zo spomínanej učebne B31. Časť vedenia bola realizovaná v lište a časť len voľne položená na streche budovy. Toto pripojenie bolo odstránené. Nahradené je pripojením zo školskej knižnice, kde sa nachádza už nový switch a sú z neho vedené káble do jedálne. Pridal sa tak ďalší kábel, ktorý je cez priestory jedálne dovedený v elektroinštalačných lištách cez chodbu vedľa výdajne obedov a cez podlahu dovedený priamo do kancelárie administratívy C013.

Výmena zariadení v sieti sa dotkla taktiež ostatných učební. V učebni B19 sa nahradil existujúci switch za SW\_B19\_01. Odstránilo sa pripojenie T02. Učebňa B16 disponovala dvoma bezdrôtovými prístupovými bodmi. Použitie dvoch zariadení vedľa seba

nemalo zmysel. Preto boli obe zariadenia odstránené, a pridal sa prístupový bod AP\_B16\_01, ktorý je napájaný cez PoE, vedeného z B17.

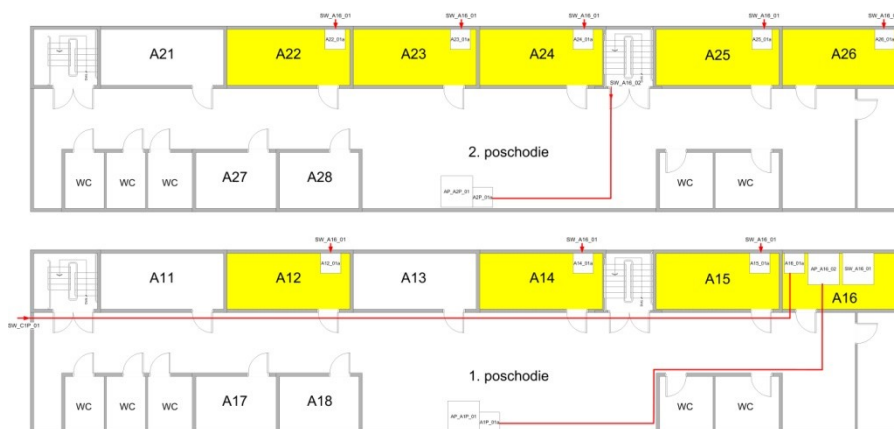
Administratívna časť školy je taktiež vedená zo switchu SW\_B17\_01 v učebni B17. Switch nachádzajúci sa v administratívnej časti, z ktorého sú napojené ostatné miestnosti v administratívnej časti je vymenený sa SW\_ADMI\_01 a existujúce prípojné káblové spojenie z B17 je nahradené káblom Cat6. Aby sa garantovala vyššia prenosová rýchlosť medzi sieťovými prvkami.



Obr. 43. Prízemie - pridané nové káble a zariadenia s popisom

V súčasnom stave, v akom sa sieť nachádza je kabinet B25 použitý, ako ďalší centrálny bod v sieti. Je to aj z dôvodu, že tu sídli terajší správca siete, ktorý z tohto miesta sieť ďalej rozvádza. Aby nedošlo k ďalšiemu prekladaniu existujúcich káblov, miestnosť ostane zachovaná, ako centrálna a existujúci switch sa zamenil za SW\_B25\_01. Susediaca miestnosť B26 slúži ako učebňa kontinuálneho vzdelávania, tu nie je nutné privádzanie nových káblov pre počítače, nakoľko sa používajú na prácu notebooky. Nahradený je existujúci prístupový bod za nový a rýchlejší AP\_B26\_01. Učebňa B24 je taktiež používaná na výuku a nachádza sa tu switch pre pripojenie počítačov a taktiež pre pripojenie zrušenej počítačovej učebne B31. Odstránený switch je doplnený switchom SW\_B24\_01. Predchádzajúci switch v učebni B31 je vymenený za nový, vysokorýchlostný, z dôvodu ďalšieho využitia priestoru pre vyučovanie. Použitý je zariadenie SW\_B31\_01.

Druhá väčšia časť siete je v pavilóne A. Tu je privedený nový UTP kábel, ktorý je zakončený v miestnosti A16. V miestnosti sa nachádza nový switch SW\_A16\_01, ktorý je označený ako centrálny pre danú budovu, kde budú pripojené zásuvky počítačovej učebne. Z centrálného switchu sú taktiež realizované pripojenia do tried A12, A14, A15, A22, A23, A24, A25, A26. Tieto pripojenia ostanú nezmenené, ich ukončenie však prejde z konektoru RJ45, na ukončenie zásuvkou.



Obr. 44. A pavilón - pridané nové káble a zariadenia s popisom

Pre bezdrôtové prístupové body je pridaný switch SW\_A16\_02, ktorý obsahuje aj PoE porty, podobne ako v B pavilóne. Switch je prepojený z centrálného switchu SW\_A16\_01. Z PoE portu je vyvedený jeden vodič na schodisko a následne v lištách dovedený na chodbu druhého poschodia. Určený je pre pripojenie bezdrôtového prístupového bodu AP\_A2P\_01. Ďalším novým pripojením je kábel vedený z druhého PoE portu, umiestnený v lište cez chodbu, pre pripojenie ďalšieho bezdrôtového prístupového bodu AP\_A1P\_01.

Tento návrh nie je až tak komplexný a rozsiahly. Realizáciou sa zvýšila najmä prenosová rýchlosť v existujúcich spojeniach. Zjednodušiť sa podarilo aj vytváranie nových spojení, či pripojenie nových staníc. Nakoľko sieť je prispôsobená pre ďalšie rozšírenie. V budúcnosti by sa mala však zachovať existujúca štruktúra trojvrstvového sieťového vetvenia. A to najmä z dôvodu, aby nedochádzalo k nekontrolovateľnému rozširovaniu a tak aj strate prehľadu v sieti. K návrhu siete je dodaná mapa pripojení, s označenými vedeniami, pripojeniami, zásuvkami a zariadeniami. Pomocou tejto mapy by sa mal akýkoľvek poverený správca siete vedieť jednoducho orientovať ako v novej, tak aj existujúcej sieti.

Je nutné však prípadné zmeny do plánu zakomponovať a aktualizovať tak jej popis. V návrhu sú splnené všetky požiadavky, ktoré vedenie školy požadovalo.

#### 5.4.5 Cenová kalkulácia

Tab. 5. Cenová kalkulácia za pasívne prvky pre návrh č.1

Názov	Typ	Značka	Jednotková cena s DPH	Počet kusov	Cena
Dátový rozvádzač	12U	Datacom	120,90€	1	120,90€
Police do rozvádzača	1U	Datacom	18,49€	3	55,47€
Napájanie zariadení	8 zásuvkový	4X	26,90€	1	26,90€
Uväzovač káblov	4 úchyty	Univerzál	10,90€	1	10,90€
Patch panel	24 port, CAT6	Datacom	60,90€	1	60,90€
Spojovací materiál	50ks balenie	Univerzál	9,19€	1	9,19€
Dátová zásuvka	2xRJ45, CAT6	Datacom	7,90€	24	189,60€
Dátová zásuvka	1xRJ45, CAT5e	Solarix	5,04€	13	65,52€
Kábel cievka	CAT6, 305m	Datacom	108,90€	4	435,60€
Patch kábel	CAT6, 0,5m	Datacom	1,39€	17	23,63€
Patch kábel	CAT6, 1m	Datacom	1,09€	22	23,98€
Patch kábel	CAT6, 3m	Datacom	2,50€	10	25,00€
Elektroinštalačné lišty	1m, 15x10mm		0,36 €	800	288€
Spájací materiál	šróby, hmoždiny				60€

Tab. 6. Cenová kalkulácia zariadení pre návrh č.1

Názov zariadenia	Typ	Značka	Jednotková cena s DPH	Počet kusov	Cena
Switch centrálny	T26006-52TS	TP-LINK	448,90€	2	897,80€
Switch	TL-SG1024	TP-LINK	120,90€	3	362,70€
Switch	TL-SG1008PE	TP-LINK	170,90€	1	170,90€
Bezdrôtový AP	EAP320	TP-LINK	172,90€	11	1901,90€
Switch	SG105	TP-LINK	21,90€	1	21,90€
Switch	TL-SG1008P	TP-LINK	73,90€	3	221,70€
Switch	TL-SG1016D	TP-LINK	81,90€	1	81,90€
Switch	TL-SG108	TP-LINK	29,90	1	29,90€

Tab. 7. Celkové náklady návrhu č.1

Náklady	Cena s DPH
Celková cena za pasívne prvky	1395,59€
Celková cena za zariadenia	3688,70€
Montážne práce	510€
Oživenie siete a jej spustenie	254€
<b>Celková cena za návrh č.1</b>	<b>5848,29€</b>

## 5.5 Celková modernizácia s dôrazom na výslednú cenu riešenia

Druhým z návrhov je modernizácia siete s väčším rozsahom, ale kladený je dôraz na cenu zariadení. Výhodou tohto návrhu je, že je celý realizovaný nanovo, to znamená, že sa nepoužije z existujúcich zariadení ani jedno. Celá sieť je konštruovaná pre vysoké rýchlosti, väčšie objemy prenášaných dát po sieti, použité sú zariadenia s dlhodobejším využitím. Nepoužívajú sa však zariadenia vyšších cenových kategórii. Preto je návrh realizovaný na sieťových prvkoch spoločnosti TP-LINK, ktorá je kvalitná a cenovo dostupnejšia.

V prvom kroku realizácie sa odstráni existujúca sieťová infraštruktúra. Je položená kompletne nová sieťová kabeláž, pridané sú nové aktívne sieťové prvky. V každej z miestností v škole, ktorá má slúžiť ako trieda či kabinet je pridaná sieťová zásuvka, s dvoma dátovými portami.

Tento návrh je celkovo pripravený pre pripojenie na vysokorýchlostný internet a nemal by byť zo strany siete nijak obmedzujúci.

### 5.5.1 Prenosové média

Návrh je postavený pre vysokorýchlostné pripojenie. Horizontálna sieťová infraštruktúra je na metalických vodičoch kategórie CAT6, vertikálna je realizovaná cez optické vedenie. Ukončenie káblových vedení v kabinetoch a triedach je postavené na dvojportových zásuvkách CAT6. Dvojportové zásuvky sú zvolené z dôvodu dimenzovania siete aj pre budúcnosť. Port, ktorý je navyše môže slúžiť nie len ako pripojenie na internet pre počítač, ale v prípade ďalšieho rozšírenia siete pre pripojenie nového aktívneho sieťového prvku. Školské zariadenia prechádzajú často rôznymi úpravami, pridávanie miestností s počítačmi by teda nemal byť problém. Preto budú ku každej miestnosti dovedené dva UTP káble sieťovej infraštruktúry.

Centrálne miestnosti v návrhu sú vybavené dátovým rozvádzačom, kde sú umiestnené všetky sieťové prvky. Sieťové káble sú ukončované v patch paneli, kde sú označené a každý port vo vzdialenej zásuvke je oživený a funkčný. Správa siete je teda zjednodušená a lokalizácia poruchy je možná vo veľmi krátkom čase.

Ako optické prenosové médium je použitý duplexný optický kábel, ukončovaný v SFP portoch centrálnych switchov alebo konvertoru. Zvolený optický kábel má tieto vlastnosti : duplex, počet vlákien 2 x 9/125.

### ***Dátový rozvádzač 21U***

Použitý je 19" dátový rozvádzač od firmy 4X, 21U, s výškou 1044mm, šírkou 600mm a hĺbkou 800mm.



Obr. 45. Dátový rozvádzač 21U

### ***Dátový rozvádzač 10U***

Menší dátový rozvádzač od firmy 4X, určený pre použitie v kanceláriách. Veľký je 19" s hĺbkou 500mm.



Obr. 46. Dátový rozvádzač 10U

### ***Patch panel***

Použitý je rovnaký patch panel ako v návrhu č.1. Jedná sa o 24 portov GLAN, CAT6, veľkosť 1U, svorkovnica LSA/Krone.

### ***TP-LINK MC210CS***

Obsahuje port pre 1000Base-Tx TP a 1000BaseFx (SC konektor). Jeho vlnová dĺžka je 1310 nm. Dosah optického kábla je maximálne 15 km. Obsahuje funkciu Auto MDI-II/MDI-X.



Obr. 47. Konvertor

### 5.5.2 Aktívne sieťové prvky

Použité aktívne prvky sú vybrané z kategórie pre Gigabitový Ethernet. Niektoré aktívne sieťové prvky sú rovnaké s návrhom č.1 a preto ich podrobný popis v tejto kapitole nie je uvedený. Bezdrôtové prvky podobne ako v predchádzajúcom návrhu sú napájané pomocou technológie PoE. Šetria sa tak náklady na pokladanie nových elektrických vodičov určených pre napájanie týchto zariadení.

### 5.5.3 Označenie sieťových prvkov v sieti

Tab. 8. Označenie použitých zariadení v návrhu č.2

Označenie	Typ zariadenia	Značka	Model/Typ
ROZ_A16_01	dátový rozvádzač	4X	19", 21U
ROZ_B17_01	dátový rozvádzač	4X	19", 21U
ROZ_C14_01	dátový rozvádzač	4X	19", 10U
ROZ_C04_01	dátový rozvádzač	4X	19", 10U
PP_A16_01	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_A16_02	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_A16_03	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_B17_01	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_B17_02	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_B17_03	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_B17_04	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_B17_05	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_C04_01	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
PP_C14_01	patch panel	Datacom	CAT6, 24 port
SW_A16_01	switch	TP-LINK	T2600-52TS
SW_A16_02	switch	TP-LINK	TL-SG1024
SW_A16_03	switch	TP-LINK	TL-SG1008PE
SW_B17_01	switch	TP-LINK	T2600-52TS
SW_B17_02	switch	TP-LINK	T2600-52TS
SW_B17_03	switch	TP-LINK	TL-SG1024
SW_B17_04	switch	TP-LINK	TL-SG1008PE

SW_B17_05	switch	TP-LINK	TL-SG1008P
SW_B19_01	switch	TP-LINK	TL-SG1024
AP_B16_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B26_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
SW_B24_01	switch	TP-LINK	TL-SG1016D
SW_B31_01	switch	TP-LINK	TL-SG108
SW_C14_01	switch	TP-LINK	TL-SG1016D
SW_C14_02	switch	TP-LINK	TL-SG1008PE
AP_C16_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_C12_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_C1P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
SW_C04_01	switch	TP-LINK	TL-SG1024
KV_C04_01	konvertor	TP-LINK	MC210CS
SW_C04_02	switch	TP-LINK	TL-SG1008P
AP_TV_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_C0P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_A1P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_A2P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B0P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B1P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B2P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320
AP_B3P_01	bezdrôtový prístupový bod	TP-LINK	EAP320

#### 5.5.4 Návrh siete

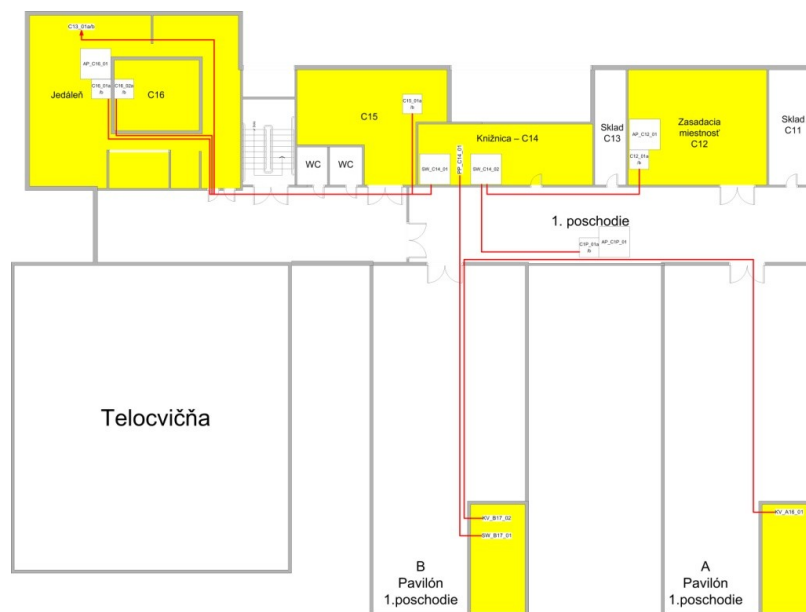
V návrhu je zvolená ako centrálna miestnosť B17. V miestnosti je umiestnený väčší rozvádzač ROZ\_B17\_01, v ktorom sú umiestnené všetky zariadenia a káble ukončené v patch paneloch. Patch panely sú delené pre podlažia a počítačovú triedu, z dôvodu väčšieho prehľadu v sieti. Patch panel PP\_B17\_01 je pre prízemie, PP\_B17\_02 pre prvé poschodie, PP\_B17\_03 pre druhé poschodie, PP\_B17\_04 pre tretie poschodie, PP\_B17\_05 pre počítače v učebni B17. Chrbticové vedenia sú realizované cez schodisko blízko učebne B17. Uložené sú v lištách, oddelené od elektrických vodičov kvôli rušeniu. Switch SW\_B17\_01 je použitý pre napojenie všetkých tried a kabinetov v pavilóne B na prízemí a prvom poschodí. Druhý switch SW\_B17\_02 je rovnako použitý pre druhé a tretie poschodie. Siet'ové zásuvky v triede sú pripojené k switchu SW\_B17\_03.





Obr. 48. B pavilón - pridané nové zariadenia a vedenia sieťovej kabeláže

Dôležitým bodom je napojenie bezdrôtových prístupových bodov v celom pavilóne, aj tieto pripojenia je nutné rozdeliť. Prístupové body pre poschodia sú dovedené do switchu SW\_B17\_04. Triedy B16 (AP\_B16\_01) a B26 (AP\_B26\_01) sú vedené zo switchu SW\_B17\_05. Pripojenia týchto prístupových bodov sú napájané technológiou PoE, UTP káblami vedenými v schodiskových lištách, určených pre sieťovú infraštruktúru.



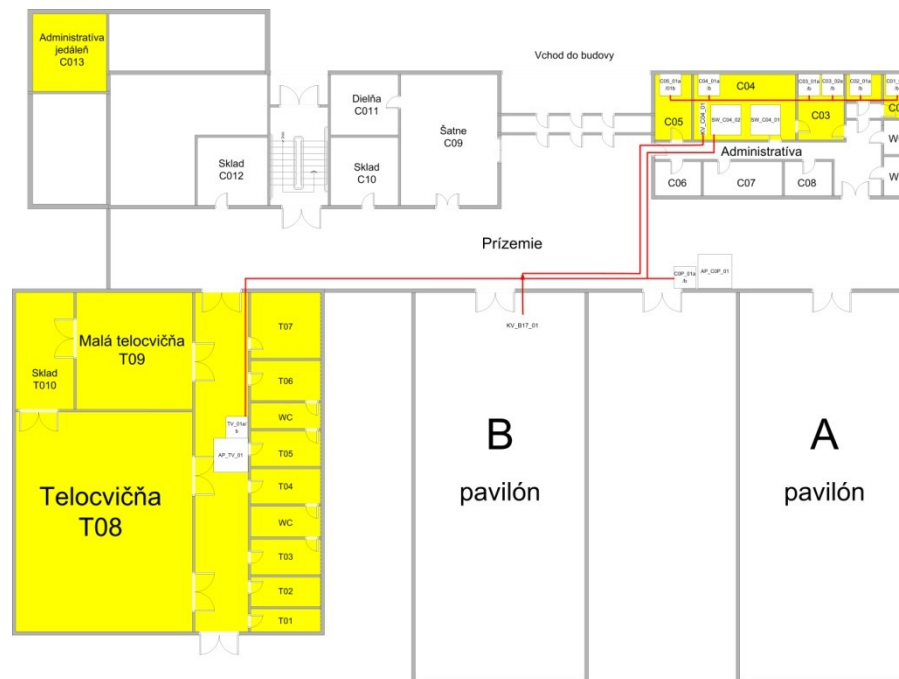
Obr. 49. 1. poschodie - pridané nové zariadenia a káble

V triede B19 je umiestnený switch SW\_B19\_01 pre pripojenie počítačov v miestnosti. Pre potreby štruktúrovanej sieťovej kabeláže sa použili elektroinštalačné lišty väčšieho rozmeru, kvôli väčšiemu počtu káblov. Tieto lišty sú vedené v interiéri po celej dĺžke každého podlažia. Z týchto chrbticových líšt sú vyvedené menšie, určené pre pripojenie kabinetov a tried.

Novým riešením v sieti je použitie optických prenosových káblov pre spojenie pavilónu A a B, taktiež pre pripojenie administratívnej časti. Prepojenia vedú po dĺžke pavilónu B. Pripojenie druhého pavilónu pokračuje cez spojovaciu miestnosť do prvého poschodia A pavilónu, priamo do učebne A16 a ukončený v SFP porte switchu SW\_A16\_01. Pripojenie administratívnej časti je zvedené cez schodisko v pavilóne B, spojovaciu chodbu prízemia až do miestnosti C04. Tu je zakončené v konvertore KV\_C04\_01, umiestneného v rozvádzači ROZ\_C04\_01. Týmto riešením sa dodržala vysoká rýchlosť prenosu dát a prenos dát na väčšie vzdialenosti, na rozdiel od metalického vedenia. Pri práci s optickými vláknami je nutné dodržiavať pravidlá pre prácu s nimi, aby nedošlo k ich nenávratnému poškodeniu. Čo pri dĺžke týchto vedení je nákladná záležitosť.

Pripojenie školskej knižnice je pomocou UTP káblu cez prvé poschodie, vedené v lištách rovnako ako pripojenie A pavilónu. Zakončené v patch paneli PP\_C14\_01 a pripojené do switchu SW\_C14\_01. Pridaný je taktiež switch pre napájanie a pripojenie bezdrôtových prístupových bodov SW\_C14\_02 v zasadacej miestnosti C12 - AP\_C12\_01, jedálni C16 - AP\_C1P\_01. Patch panel PP\_C14\_01 je určený pre káble vedené z tejto miestnosti. Všetky zariadenia sú kvôli bezpečnosti umiestnené v ROZ\_C14\_01.

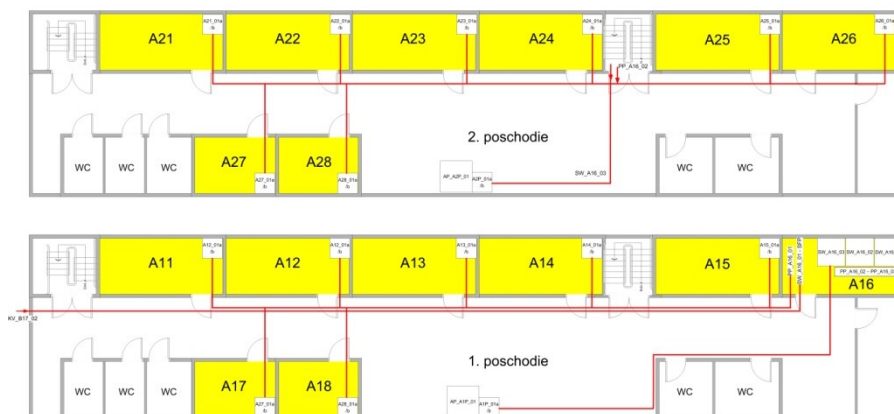
Priestory jedálne, ako je už známe, sú pripojené v patch paneli z C14, rovnako ako administratívna časť jedálne C013. Kabeláž je umiestnená v lištách cez školskú jedáleň a cez podlahu zvedená priamo do kancelárie.



Obr. 50. Prízemie - prídané nové zariadenia a káble

Administratívna časť školy s miestnosťami C01-C05 obsahuje dátový rozvádzač umiestnený v riaditeľni C04. V rozvádzači je umiestnený patch panel a v ňom sú realizované pripojenia zásuviek kancelárií, prístupového bodu AP\_C0P\_01 a AP\_TV\_01. Pre prístupové body je switch SW\_C04\_02, ktorý má svoje porty vybavené technológiou PoE. Druhý switch SW\_C04\_01 slúži ako centrálny pre administratívnu časť a sú v ňom pripojené a oživené všetky dátové zásuvky v tejto časti budovy. Káble sú umiestnené v lištách určených výhradne pre dátové káble. Dôležité je ich chrániť pred poškodením a neodbornou manipuláciou s nimi.

Druhá najväčšia časť siete sa nachádza v pavilóne A. Jej centrálna miestnosť je A16. Tu je umiestnený druhý veľký rozvádzač ROZ\_A16\_01. V ňom sú umiestnené tri patch panely. V dvoch sú ukončené zásuvky tried, kabinetov a pripojení prístupových bodov z prvého poschodia a druhého poschodia (PP\_A16\_01, PP\_A16\_02). Tretí patch panel PP\_A16\_03 je pre zásuvky, v ktorých sú napojené počítače v miestnosti A16. K tomu, aby sa sieť podarilo viac centralizovať sa použil switch SW\_A16\_01, kde sú pripojené zásuvky prvého a druhého poschodia. Trieda používa pre svoje počítače switch SW\_A16\_02. Tretí zo switchov je SW\_A16\_03, v ňom sú napájané cez PoE prístupové body AP\_A1P\_01 a AP\_A2P\_01. V celom návrhu A pavilónu sú sieťové káble umiestnené v lištách, zakončené v zásuvkách, rovnako ako v B pavilóne sú vedenia distribuované cez lišty v hlavnej chodbe a z nej vyvedené kabinety a triedy.



Obr. 51. Pavilón A - prídanie nových zariadení a káblov

Žiadny z káblov nie je v tomto návrhu vedený cez exteriér. Dôležité je dbať pri ďalšom prípadnom rozširovaní počítačovej siete o správnom vedení sieťovej kabeláže. Všetky elektrotechnické vodiace lišty pre kabeláž sú v návrhu prispôsobené pre väčší počet káblov, nemal by byť teda dôvod pridávať ďalšie. Rovnako je pri návrhu dodaná podrobná mapa siete, označenie zásuviek, sieťových zariadení. Označenie portov na patch paneli je realizované počas napájania a oživovania káblov. Je nutné všetky pripojenia dôkladne označiť a dodržiavať nastavený systém označovania. V návrhu nie je nutná inštalácia nových elektrických vodičov a zásuviek. Miesta, kde sú umiestnené aktívne sieťové prvky sú v blízkosti existujúcej elektrickej siete.

### 5.5.5 Cenová kalkulácia

Tab. 9. Cenová kalkulácia za pasívne prvky pre návrh č.2

Názov	Typ	Značka	Jednotková cena s DPH	Počet kusov	Cena
Dátový rozvádzač	21U	4X	304,90€	2	609,80€
Dátový rozvádzač	10U	4X	88,90€	2	177,80€
Patch panel	CAT6, 24 port	Datacom	60,90€	10	609€
Napájanie zariadení	8 zásuviek	4X	30,90€	5	154,50€
Uväzovač káblov	80x80mm oká		14,50€	5	72,50€
Montážna súprava	100ks M6	4X	20,90	2	41,80€
Optický kábel	2x 9/125, 2,8mm		0,38€/m	940	357,20€
Kábel cievka	CAT6, FTP, 305m	Datacom	143,90€	47	6763,30€
Dátová zásuvka	2x RJ45, CAT6	Datacom	7,90€	175	1382,50€
Patch kábel	CAT6, 0,5m	Datacom	1,39€	25	34,75€
Patch kábel	CAT6, 1m	Datacom	1,09€	270	294,30€
Patch kábel	CAT6, 3m	Datacom	2,50€	55	137,50€
Optický konvertor	MC210CS	TP-LINK	54,90€	1	54,90€

Elektroinštalčné lišty	1m, 100x40mm		3,35€	2600	8710€
Spájací materiál	šróby, hmoždiny				200€

Tab. 10. Cenová kalkulácia zariadení pre návrh č.2

Názov zariadenia	Typ	Značka	Jednotková cena s DPH	Počet kusov	Cena
Switch centrálny	T26006-52TS	TP-LINK	448,90€	3	1346,70€
Switch	TL-SG1024	TP-LINK	120,90€	4	483,60€
Switch	TL-SG1008PE	TP-LINK	170,90€	3	512,70€
Switch	TL-SG1008P	TP-LINK	73,90€	2	147,80€
Bezdrôtový AP	EAP320	TP-LINK	172,90€	13	2247,70€
Switch	TL-SG1016D	TP-LINK	81,90€	2	163,80€
Switch	TL-SG108	TP-LINK	29,90€	1	29,90€

Tab. 11. Celkové náklady návrhu č.2

Náklady	Cena s DPH
Celková cena za pasívne prvky	19599,85€
Celková cena za zariadenia	4932,20€
Montážne práce	2455€
Oživenie siete a jej spustenie	1226€
<b>Celková cena za návrh č.2</b>	<b>28213,05€</b>

Náklady sú v porovnaní s prvým návrhom niekoľko násobne vyššie. Veľkým rozdielom medzi návrhmi je, že sa urobila kompletná modernizácia vrátane kompletnej kabeláže. Vhodné by bolo pri tejto rekonštrukcii zakúpiť aj nové počítače, ktoré budú obsahovať vysokorýchlostnú sieťovú kartu a tak bude možné využívať rýchlosť siete sto-percentne.

## 5.6 Kompletná modernizácia (s využitím moderných prvkov)

Cieľom posledného návrhu je použiť najmodernejšie dostupné sieťové prvky. Preto sú v návrhu použité centrálné sieťové zariadenia, ktoré dokážu prenášať dáta o rýchlosti až 10Gb/s. Tento návrh je postavený na zariadeniach od firmy D-Link. Zariadenia sú cenovo dostupné a dajú sa bez problémov zohnať na trhu. Odstránili sa všetky predchádzajúce pripojenia a nahradili sa novou sieťovou infraštruktúrou. V sieti je použitých viac optických prenosových ciest, najmä medzi switchmi. Je to z dôvodu, aby boli dodržané vysoké rýchlosti prenosu a väčšej vzdialenosti od centrálného bodu.

Ostatné sieťové pripojenia, ako pripojenia kabinetov a tried sú realizované na metalických vodičoch. Bezdrôtové prístupové body sú taktiež od firmy D-Link. Ich výhodou je možnosť ovládania všetkých bodov z jedného počítača.

Realizáciou návrhu je predpoklad na dlhodobejšie využitie zariadení, s horizontom niekoľkých rokov, bez nutnosti výmeny sieťových prvkov.

### 5.6.1 Prenosové média

Štruktúrovaná kabeláž je realizovaná dvoma typmi prenosových ciest. Pripojenie medzi switchmi a teda centrálnymi zariadeniami v sieti je realizované pomocou optického kábla. Používa sa optický kábel s duplexným režimom s počtom vlákien 2 x 9/125. Tieto optické káble sú zakončené v SPF+ portoch switchu. Ďalšie vetvenie siete, pripájanie koncových zariadení v triedach či kabinetoch je postavené na metalických vodičoch CAT6. Rovnako, ako v návrhu č.2 sú aj tu použité dvojzásuvky, s dvoma dátovými portami CAT6. Privedené sú dve krútené dvojlinky, pre funkčnosť oboch portov zásuvky.

Veľká časť siete využíva bezdrôtové pripojenie, kde sú využívané dva druhy prenosov a to 2,4GHz a 5GHz prenosové pásmo.

Pre bezpečnosť a správne umiestnenie sieťových prvkov sa používajú v každej centrálnej miestnosti rozvádzače. V rozvádzačoch je ukončená sieťová infraštruktúra v patch paneloch. Umiestnenie vodičov v budove je realizované v lištách, na stropoch budovy.

### *Dátový rozvádzač 42U*

Uzamykateľný rozvádzač, s veľkosťou 42U. Vhodný aj pre umiestnenie serverov. Odnímateľné steny, otvory na ventilátory. Vedenie káblov je možné cez zadný, vrchný a spodný otvor.



Obr. 52. Dátový rozvádzač

### ***Dátový rozvádzač 9U a 15U***

Menšie rozvádzače určený do kancelárií. Otvory na káble v zadnej, vrchnej a spodnej strane rozvádzača. Hĺbka rozvádzačov je 500mm.



Obr. 53. Dátový rozvádzač

### ***Patch panel Datacom 24 portov***

Obsahuje 24 portov RJ45, STP, CAT6A.



Obr. 54. Patch panel 24 portov, CAT6A

## **5.6.2 Aktívne sieťové prvky**

Pri výbere zariadení pre tento návrh museli použité sieťové prvky spĺňať dôležité kritéria pre vysokorýchlostný prenos. Základná prenosová rýchlosť medzi switchmi je realizovaná cez optický kábel o rýchlosti 10Gb/s. Rýchlosť v sieti na metalických vodičoch

je požadovaná na 1Gb/s. Táto skutočnosť dáva možnosť v budúcnosti sieť rozšíriť o ďalšie technológie, ako napríklad IP telefóniu či streamovanie videa, napríklad odborných prednášok či besied.

Bezdrôtové prístupové body sú v tomto návrhu dôležitou súčasťou. Preto sa volili zariadenia s dvoma šírkami prenosového pásma a to 2,4 GHz a 5 GHz. Zariadenia musia mať veľké pokrytie a zvládať nápor väčšieho množstva pripojených koncových užívateľov. Porty na switchoch musia obsahovať taktiež technológiu PoE, kvôli napájaniu bezdrôtových prístupových bodov v priestoroch školy, bez nutnosti viesť nové elektrické vedenie.

### 5.6.3 Popis použitých zariadení a ich označenie v sieti

#### *D-Link DGS-1510-52*

Switch určený pre malé a stredné firmy. Obsahuje dva SFP porty a dva dual-speed 10Gb SFP+ porty. Má 48 Ethernetových portov s podporou Gigabitového Ethernetu. Výhodou je jeho stohovateľnosť a taktiež podpora VLAN.



Obr. 55. D-Link DSG-1510-52

#### *D-Link DXS-1100-16SC*

Switch vhodný pre malé a stredné firmy, ktoré požadujú podporu 10Gb Ethernetu. Obsahuje celkovo 16 portov, z toho 14 dual-speed 1G/10G SFP+ a dva kombinované porty 10GBase-T/SPF. Samozrejmosťou je podpora VLAN.



Obr. 56. D-Link DXS-110-16SC



***D-Link DAP-2695***

Kvalitný a vysokorýchlostný bezdrôtový prístupový bod. Podporuje 802.11 a/b/g/n/ac až do rýchlosti 1750 Mb/s (dual-band 2,4 GHz 450Mb/s + 5 GHz 1300 Mb/s). Podporuje napájanie cez PoE, obsahuje taktiež dva porty GLAN. Výhodou sú odnímateľné antény 3x 4dBi pre 2,4 GHz a 3x 6dBi pre 5 GHz. Administrácia viacerých bodov naraz cez vlastnú aplikáciu.



Obr. 57. D-Link DAP-2695

***D-Link DSG-1510-28MPX***

Rovnako aj tento switch je určený pre malé a stredné firmy. Obsahuje 24 portov RJ45, GLAN, ktoré podporujú PoE. Obsahuje taktiež 4 x 10 Gb porty SFP+. Výhodou je jeho stohovateľnosť, podpora VLAN a ostatné doplnkové funkcie.



Obr. 58. D-Link DGS-1510-28MPX

***D-Link DGS-1510-28P***

Ďalší zo switchov určených pre malé a stredné firmy. Obsahuje 24 portov GLAN, 2 porty SFP a dva porty podporujúce dual-speed 1G/10G SFP+. Všetky porty RJ45 podporujú PoE technológiu napájania. Samozrejmosťou je manažovanie siete formou VLAN.



Obr. 59. D-Link DGS-1510-28P

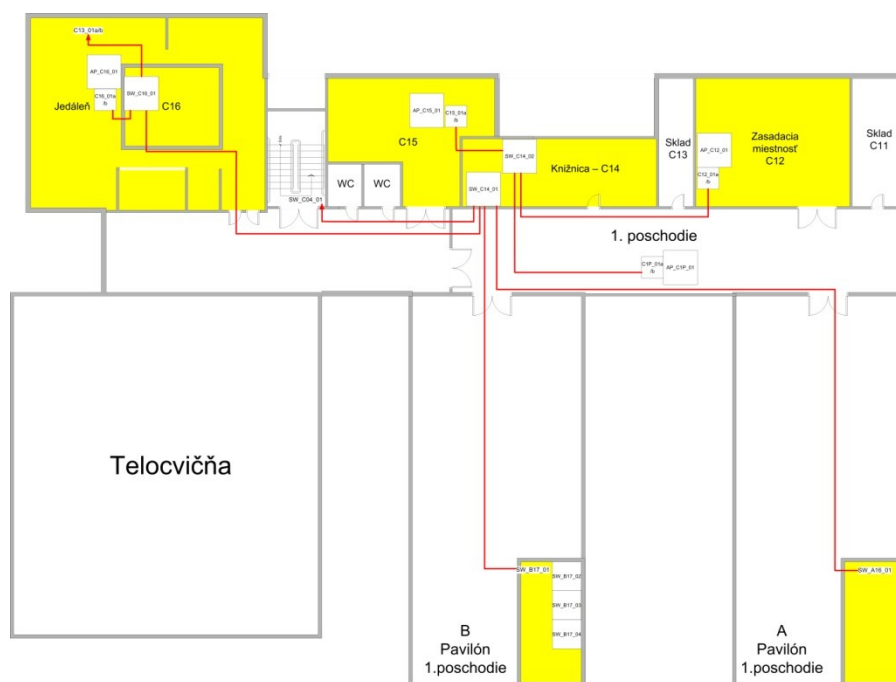
Tab. 12. Označení použitých zariadení v návrhu č.3

Označenie	Typ zariadenia	Značka	Model / Typ
SW_C14_01	switch	D-Link	DXS-1100-16SC
ROZ_C14_01	dátový rozvádzač	4X	42U, 19"
PP_C14_01	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
SW_C14_02	switch	D-Link	DGS-1510-28MPX
SW_B17_01	switch	D-Link	DXS-1100-16SC
SW_B17_02	switch	D-Link	DGS-1510-52
SW_B17_03	switch	D-Link	DGS-1510-52
SW_B17_04	switch	D-Link	DGS-1510-52
SW_B17_05	switch	D-Link	DGS-1510-28MPX
ROZ_B17_01	dátový rozvádzač	4X	15U, 19"
PP_B17_01	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_B17_02	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_B17_03	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_B17_04	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_B17_05	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_B17_06	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
AP_B0P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_B1P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_B2P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_B3P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_B16_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_B26_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_B24_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
SW_A16_01	switch	D-Link	DGS-1510-28MPX
SW_A16_02	switch	D-Link	DGS-1510-52
ROZ_A16_01	dátový rozvádzač	4X	9U, 19"
PP_A16_01	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_A16_02	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
PP_A16_03	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
AP_A1P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_A2P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
ROZ_C16_01	dátový rozvádzač	4X	9U, 19"
SW_C16_01	switch	D-Link	DGS-1510-28P

PP_C16_01	patch panel	Datacom	9U, 19"
AP_C16_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_C15_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_C1P_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_C12_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
ROZ_C04_01	dátový rozvádzač	4X	9U, 19"
SW_C04_01	switch	D-Link	DGS-1510-28P
PP_C04_01	patch panel	Datacom	24 portov, CAT6A, STP
AP_COP_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
AP_TV_01	bezdrôtový prístupový bod	D-Link	DAP-2695
SW_B19_01	switch	D-Link	DGS-1510-28P

#### 5.6.4 Návrh siete

Posledný z návrhov je taktiež rozdelený na tri vrstvy. Ako centrálna miestnosť je zvolená školská knižnica C14, kde je síce obmedzený prístup osôb, ale z pohľadu bezpečnosti je to vhodné umiestnenie centrálnych prvkov. V prípade poruchy je samozrejme k dispozícii prístup od poverených osôb. Umiestnenie sieťových prvkov je v dátovom rozvádzači ROZ\_C14\_01. Z tejto miestnosti je ďalej do siete distribuovaný signál cez optické a metalické vodiče. Centrálny switch optického signálu je SW\_C14\_01. Optické káble sú ukončované v SFP+ portoch daného switchu. Všetky UTP káble vedené z tejto miestnosti sú ukončené v patch paneli PP\_C14\_01. Switch SW\_C14\_02 slúži pre pripojenie Ethernetových zariadení ako prístupové body AP\_C15\_01, AP\_C1P\_01 a AP\_C12\_01.



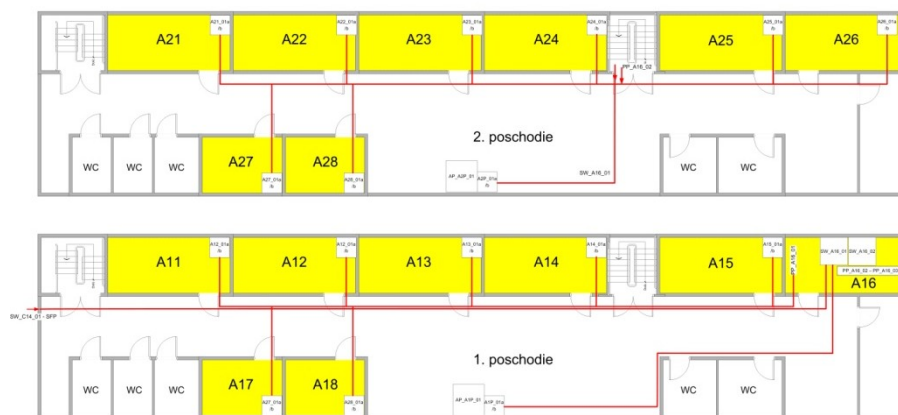
Obr. 60. 1. poschodie - pridané nové zariadenia a káble

Prvá časť optického vedenia je smerovaná do B pavilónu a miestnosti B17. Optické vlákno je vedené v lište cez chodby a zakončené v switchi SW\_B17\_01. Tento switch slúži ako centrálny v pavilóne B. Jeho SFP porty slúžia na stohovanie so switchmi SW\_B17\_02, SW\_B17\_03, SW\_B17\_04, SW\_B17\_05. SW\_B17\_02 je switch pre pripojenie tried a kabinetov, chýbajúce porty dopĺňa SW\_B17\_03. Switch SW\_B17\_04 pre pripojenie počítačov v učebni. Rovnako ako všetky aktívne sieťové prvky, aj v tejto miestnosti sú umiestnené v dátovom rozvádzači ROZ\_B17\_01, rovnako aj káble vedené z jednotlivých podlaží sú v patch paneloch: PP\_B17\_01 (3. poschodie), PP\_B17\_02 (2. poschodie), PP\_B17\_03 (1. poschodie), PP\_B17\_04 (prízemie), PP\_B17\_05 (počítače v B17) a jeho chýbajúce porty dopĺňa PP\_B17\_06. V pavilóne sú umiestnené na každom podlaží prístupové body, tie slúžia pre bezdrôtový prenos dát, ako napríklad pripojenie mobilných zariadení, notebookov v učebniach. Sú to zariadenia AP\_B0P\_01 (prízemie), AP\_B1P\_01 (1. poschodie), AP\_B2P\_01 (2. poschodie), AP\_B3P\_01 (3. poschodie). Rovnakými zariadeniami sú vybavené počítačové učebne B16, B26 a B24. Bezdrôtové prístupové body sú pripojené zo switcha SW\_B17\_05. Druhou učebňou s počítačmi v pavilóne je B19, kde je pridaný switch SW\_B19\_01, z ktorého sú pripojené počítače v učebni. Všetky pripojenia vedené do tried a kabinetov sú vedené vždy cez schodisko a následne z centrálnej lišty daného poschodia distribuované do tried a kabinetov.



Obr. 61. B pavilón - pridané nové zariadenia a káble

Pavilón A taktiež disponuje centrálnym bodom v sieti a tým je učebňa A16. Nachádza sa tu rozvádzač ROZ\_A16\_01. Do tejto učebne je privedený optický kábel z C14 v lištách cez spojovaciu chodbu a chodbu prvého poschodia tohto pavilónu. Zakončený je v SW\_A16\_01. Tento switch je centrálny aj pre bezdrôtové body na prvom poschodí AP\_A1P\_01 a AP\_A2P\_01 na druhom poschodí. Káblové pripojenia vychádzajú z patch panelov PP\_A16\_01 (1. poschodie), PP\_A16\_02 (2. poschodie), PP\_A16\_03 (počítače v učebni). Switch SW\_A16\_02 slúži na pripojenie počítačov v triede a taktiež pre pripojenie tried a kabinetov. Chýbajúce porty na tomto switchi sú dopĺňané zo SW\_A16\_01 a to výhradne pre pripojenie kabinetov. Rovnako, ako v B pavilóne sú pripojenia druhého poschodia vedené do tried a kabinetov cez schodisko a následne z centrálnej lišty distribuované do tried a kabinetov. Prvé poschodie obsahuje rovnakú centrálnu lištu, tá je ale vedená priamo cez celé poschodie.



Obr. 62. A pavilón - pridané nové zariadenia a káble

Pripojenie školskej jedálne je riešené taktiež optickým káblom z C14. Je to kvôli zachovaniu rýchlosti komunikácie medzi switchmi. Centrálnym switchom v tejto časti siete je SW\_C16\_01 a umiestnený je v rozvádzači ROZ\_C16\_01. Káble krútenej dvojlinky sú ukončené v patch paneli PP\_C16\_01 a dovedené k AP\_C16\_01. Administratívna časť jedálne je taktiež vedená z PP\_C16\_01 a pripojená cez elektroinštalačnú lištu až do zásuvky v miestnosti C013.

Poslednou časťou optického vedenia z C14 je pripojenie administratívnej časti školy, ako riaditeľňa, zborovňa a pod.. Toto vedenie je cez schodisko školskej jedálne privedené až do switchu SW\_C04\_01 umiestneného v dátovom rozvádzači ROZ\_C04\_01. V rozvádzači je taktiež patch panel PP\_C04\_01, kde sú pripojené všetky potrebné miestnosti danej časti školy. SW\_C04\_01 je vybavený PoE portami a tie slúžia pre pripojenie

AP\_C0P\_01 umiestneného na veľkej chodbe prízemia. Telocvična a jej AP\_TV\_01 je tiež v tomto switchi.



Obr. 63. Prízemie - pridané nové zariadenia a káble

Cieľom tohto návrhu bolo použiť najmodernejšie zariadenia. Ich použitím sa sieť dostala na vysoké prenosové rýchlosti, ktorých jadrom je komunikácia cez optické káble. Výhodou tohto návrhu môže byť jeho dlhodobšia perspektíva, resp. nutnosť na výmenu zariadení za rýchlejšie sa nemusí uskutočniť tak skoro. Aj keď vývoj technológií v sieťach je veľmi rýchly. Nevýhodou v tomto prípade je vysoká cena v porovnaní s predchádzajúcimi dvoma návrhmi.

### 5.6.5 Cenová kalkulácia

Tab. 13. Cenová kalkulácia za pasívne prvky pre návrh č.3

Názov	Typ	Značka	Jednotková cena s DPH	Počet kusov	Cena
Dátový rozvádzač	42U	4X	401,90€	1	401,90€
Dátový rozvádzač	9U	4X	114,90€	3	344,70€
Dátový rozvádzač	15U	4X	139,90€	1	139,90€
Patch panel	CAT6A, 24 port	Datacom	105,90€	12	1270,80€
Napájanie zariadení	8 zásuviek	4X	30,90€	5	154,50€
Uväzovač káblov	80x80mm oká		14,50€	5	72,50€
Montážna súprava	100ks M6	4X	20,90	2	41,80€
Optický kábel	2x 9/125, 2,8mm		0,38€/m	1250	475€

Kábel cievka	CAT6, FTP, 500m	Datacom	212,90€	25	5322,50€
Dátová zásuvka	2x RJ45, CAT6	Datacom	7,90€	130	1027€
Patch kábel	CAT6, 0,5m	Datacom	1,39€	20	27,80€
Patch kábel	CAT6, 1m	Datacom	1,09€	265	288,85€
Patch kábel	CAT6, 3m	Datacom	2,50€	30	75€
SPF+ modul			44,72€	18	804,96€
Elektroinštalačné lišty	1m, 100x40mm		3,35€	2300	7705€
Spájací materiál	šróby, hmoždiny				170€

Tab. 14. Cenová kalkulácia zariadení pre návrh č.3

Názov zariadenia	Typ	Značka	Jednotková cena s DPH	Počet kusov	Cena
Switch	DGS-1510-52	D-Link	656,90€	4	2627,60€
Switch	DXS-1100-16SC	D-Link	1259,90€	2	2519,80€
Switch	DGS-1510-28P	D-Link	719,90€	3	2159,70€
Switch	DGS-1510-28MPX	D-Link	816,90€	3	2450,70€
Bezdrôtový AP	DAP-2695	D-Link	208,90€	15	3133,50€

Tab. 15. Celkové náklady návrhu č.3

Náklady	Cena s DPH
Celková cena za pasívne prvky	17517,25€
Celková cena za zariadenia	12864,30€
Montážne práce	3038€
Oživenie siete a jej spustenie	1520€
<b>Celková cena za návrh č.3</b>	<b>34939,55€</b>

Ako bolo už vopred jasné, náklady sa vyšplhali do vysokých čísel. Tretí návrh je teda najdrahší, ale používajú sa zariadenia s najdlhším potenciálnym využitím. Rozdielom medzi návrhmi je, že podstatná časť bola realizovaná na optických kábloch. Podobne aj pri tomto návrhu by bolo vhodné zakúpiť nové koncové zariadenia - počítače, aby bolo možné potenciál siete naplno využiť.

## ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo analyzovať aktuálny stav počítačovej siete na základnej škole a vytvoriť návrhy na jej modernizáciu. V úvode diplomovej práce boli popísané teoretické základy počítačových sietí, ako je delenie podľa veľkosti, technológií a štandardy, spôsoby prenosu informácií. Rovnako boli popísané pasívne a aktívne prvky, ktoré sú v počítačových sieťach používané.

V úvode praktickej časti bola vykonaná analýza aktuálneho stavu siete. Nakoľko neexistovala žiadna dokumentácia, bola potreba najskôr sieť zmapovať, nájsť problematické miesta a pripraviť návrhy na ich odstránenie. Dôležitým faktorom bolo tiež zistenie požiadaviek vedenia školy na novú počítačovú sieť. Tieto informácie bolo nutné analyzovať a zohľadniť v návrhoch pre modernizáciu.

V prvom návrhu boli odstránené najnevhodnejšie prevedenia a zariadenia boli zamenené za nové, výkonnejšie. Stále však sieť nebola postavená na vysokorýchlostnom optickom vedení a využívali sa existujúce, nie príliš štandardné prevedenia siete. Plusom tohto návrhu bola jeho nižšia cena, na úkor ďalších neskorších inovácií. V budúcnosti však sieť bude vyžadovať celkovú rekonštrukciu, pretože príchodom novších koncových zariadení budú užívatelia nútení pre správnu funkčnosť tieto zmeny vykonať.

Druhý návrh bol založený na kompletnej rekonštrukcii, vrátane všetkých sieťových káblov a zariadení. Odstránená a následne nahradená bola celá existujúca sieťová infraštruktúra. Použité boli technológie optického prenosu dát. Nové sieťové prvky garantujú vysokú prenosovú rýchlosť 1 Gb/s, čo v porovnaní s pôvodným stavom školskej siete je desaťnásobný nárast rýchlosti. Modernizovaná školská počítačová sieť otvorila nové možnosti pre využitie siete v budúcnosti. Tento návrh bol postavený tak, aby nevyžadoval nutnosť inovácie v horizonte minimálne desiatich rokov. Prínosom bola aj možnosť využiť sieť pre prenosy s vysokým objemom dát, ako napríklad prenos videa po sieti.

Tretí z návrhov bol označený, ako najmodernejší a najrýchlejší. Jeho veľká časť bola navrhnutá na prenosovej rýchlosti 10 Gb/s, vďaka využitiu optických počítačových sietí. Použité boli najmodernejšie zariadenia od spoločnosti D-Link, ktoré spĺňajú všetky očakávané požiadavky. Využitie tejto siete je z pohľadu technológií dlhodobé, bez nutnosti ďalších nákladov a inovácií. Školská sieť je dostatočne rýchla pre prenos dát veľkých objemov, videí, IP telefónie či streamovania prednášok alebo školských akcií.



Všetky návrhy boli konštruované tak, aby bola diagnostika chýb, správa siete čo najjednoduchšia a možná v čo najkratšom čase. Ku každému návrhu boli vypracované mapy pripojení a nákresy vedenia štruktúrovanej kabeláže. Všetky návrhy boli pripravené aj k prípadnému ďalšiemu rozšíreniu a budovaniu nových počítačových tried, či pridávaniu bezdrôtových prístupových bodov.

Návrhy modernizácie však v konečnom dôsledku prekročili odhadovanú výšku nákladov na modernizáciu. Nebolo možné ich v aktuálnom čase zrealizovať. Škola nedisponovala takými finančnými prostriedkami, aby mohla byť vykonaná nejaká z pripravených modernizácií v čase písania diplomovej práce. Nepredpokladalo sa, že školská počítačová sieť je v takom zlom technickom a zastaralom stave. Škola si pripravené návrhy uschovala a bude pracovať na zrealizovaní niektorého z návrhov v časovom horizonte jedného roka.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY**

- [1] <https://encyklopediapoznania.sk/clanok/405/pocitacove-siete-rozdelenie-podla-rozlohy-pan-lan-man-a-wan> (28. 03. 2017)
- [2] PUŽMANOVÁ Rita, *Moderní komunikační sítě od A do Z, 2. aktualizované vydání*, vydal Computer Press, Brno, 2006. ISBN 80-251-1278-0.
- [3] SOSINSKY Barrie A., *Mistrovství - počítačové sítě*, překlad Josef Pojzl, Pavel Vaida, vydal Computer Press, Brno, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.
- [4] HORÁK Jaroslav/KERŠLÁGER Milan, *Počítačové sítě pro začínající správce*, vydal Computer Press, Brno, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3.
- [5] [https://sk.wikipedia.org/wiki/Prep%C3%ADna%C4%8D\\_\(prvok\\_po%C4%8D%C3%A4ta%C4%8Dovej\\_siete\)](https://sk.wikipedia.org/wiki/Prep%C3%ADna%C4%8D_(prvok_po%C4%8D%C3%A4ta%C4%8Dovej_siete)) (28. 03. 2017)
- [6] <https://sk.wikipedia.org/wiki/Smerova%C4%8D> (28. 03. 2017)
- [7] CARROLL Brandon J., *Bezdrátové sítě Cisco: autorizovaný výukový průvodce*, překlad Martin Babarík, Jakub Goner, David Krásenský, vydal Computer Press, Brno, 2011. ISBN 978-80-251-2884-8.
- [8] <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11n.php> (28. 03. 2017)
- [9] [https://www.commsgroup.com/uploads/main/PPC24NS\\_CAT6\\_20150225174033177.jpg](https://www.commsgroup.com/uploads/main/PPC24NS_CAT6_20150225174033177.jpg) (29. 03. 2017)
- [10] <https://www.netty.cz/inshop/catalogue/products/thumbs/RJ45-5E-UTP-KD.jpg> (29. 03. 2017)
- [11] [http://img.datacomp.sk/ftp-zasuvka-na-omietku-2x-rj45-cat5-basic-cns\\_ien86568.jpg](http://img.datacomp.sk/ftp-zasuvka-na-omietku-2x-rj45-cat5-basic-cns_ien86568.jpg) (29. 03. 2017)
- [12] [http://img.datacomp.sk/solarix-zasuvka-solarix-cat5e-stp-2-x-rj45-pod-omietku-biela\\_ien259355.jpg](http://img.datacomp.sk/solarix-zasuvka-solarix-cat5e-stp-2-x-rj45-pod-omietku-biela_ien259355.jpg) (29. 03. 2017)
- [13] [http://www.smart.sk/galeria/1\\_28511/zasuvka-solarix-cat5e-utp-2-x-rj45-pod-omietku-biela-sx9-2-5e-utp-wh-original.jpg](http://www.smart.sk/galeria/1_28511/zasuvka-solarix-cat5e-utp-2-x-rj45-pod-omietku-biela-sx9-2-5e-utp-wh-original.jpg) (29. 03. 2017)
- [14] [http://www.zytrax.com/images/cat5\\_color.gif](http://www.zytrax.com/images/cat5_color.gif) (29. 03. 2017)
- [15] [http://www.zytrax.com/images/cat5\\_cross\\_100\\_both.gif](http://www.zytrax.com/images/cat5_cross_100_both.gif) (29. 03. 2017)

- [16] [http://imagativ.com/~remee/uploads/1408636335\\_bigstock\\_\\_d\\_rendering\\_of\\_an\\_optic\\_fiber\\_17088053.jpg](http://imagativ.com/~remee/uploads/1408636335_bigstock__d_rendering_of_an_optic_fiber_17088053.jpg) (29. 03. 2017)
- [17] [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_topology#/media/File:BusNetwork.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_topology#/media/File:BusNetwork.svg) (02. 04. 2017)
- [18] [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_topology#/media/File:StarNetwork.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_topology#/media/File:StarNetwork.svg) (02. 04. 2017)
- [19] [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_topology#/media/File:RingNetwork.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_topology#/media/File:RingNetwork.svg) (02. 04. 2017)
- [20] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/dd/TreeNetwork.svg/440px-TreeNetwork.svg.png> (02. 04. 2017)
- [21] [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_topology#/media/File:NetworkTopology-Mesh.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_topology#/media/File:NetworkTopology-Mesh.svg) (02. 04. 2017)
- [22] <http://curlewresearch.com/wp-content/uploads/2016/05/Server-P2P.jpg> (02. 04. 2017)
- [23] [http://www.networkcablinglosangeles.com/wp-content/themes/networkcablinglosangeles/images/unshielded\\_cable.jpg](http://www.networkcablinglosangeles.com/wp-content/themes/networkcablinglosangeles/images/unshielded_cable.jpg) (02. 04. 2017)
- [24] <http://www.earchiv.cz/a96/gifs/p645k152.gif> (02. 04. 2017)
- [25] [http://www.fs.com/images/ckfinder/images/tutorial/ST\\_connector.jpg](http://www.fs.com/images/ckfinder/images/tutorial/ST_connector.jpg) (04. 04. 2017)
- [26] [http://www.cables-solutions.com/wp-content/uploads/2014/12/SC\\_connector.jpg](http://www.cables-solutions.com/wp-content/uploads/2014/12/SC_connector.jpg) (04. 04. 2017)
- [27] [http://www.conrad.com/medias/global/ce/6000\\_6999/6600/6600/6603/1289416\\_BB\\_00\\_FB.EPS\\_1000.jpg](http://www.conrad.com/medias/global/ce/6000_6999/6600/6600/6603/1289416_BB_00_FB.EPS_1000.jpg) (04. 04. 2017)
- [28] [http://www.conrad.com/medias/global/ce/9000\\_9999/9800/9860/9865/986508\\_BB\\_00\\_FB.EPS\\_1000.jpg](http://www.conrad.com/medias/global/ce/9000_9999/9800/9860/9865/986508_BB_00_FB.EPS_1000.jpg) (04. 04. 2017)
- [29] [http://www.smart.sk/galeria/1\\_204358/zyxel-gs1900-24e-24-port-gbe-smart-managed-switch-gs1900-24e-eu0101f-original.jpg](http://www.smart.sk/galeria/1_204358/zyxel-gs1900-24e-24-port-gbe-smart-managed-switch-gs1900-24e-eu0101f-original.jpg) (04. 04. 2017)
- [30] [https://www.bhphotovideo.com/images/images1000x1000/Cisco\\_RV082\\_10\\_100\\_8\\_Port\\_VPN\\_Router\\_440498.jpg](https://www.bhphotovideo.com/images/images1000x1000/Cisco_RV082_10_100_8_Port_VPN_Router_440498.jpg) (04. 04. 2017)
- [31] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/NIC-FA312.jpg> (04. 04. 2017)
- [32] <http://www.tp-link.com/resources/images/faq/200964112923780.jpg> (04. 04. 2017)

[33] <http://cz.tp-link.com/resources/images/faq/201021172035153.gif> (04. 04. 2017)

[34] [http://www.cs.wustl.edu/~jain/cse574-06/ftp/wireless\\_security/fig14.gif](http://www.cs.wustl.edu/~jain/cse574-06/ftp/wireless_security/fig14.gif) (04. 04. 2017)

[35] <http://androidportal.zoznam.sk/2013/11/1-diel-technologicke-okienko-wifi-802-11ac/> (07. 04. 2017)

[36] [http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/simandl/optika\\_obrazky/LC\\_connector.jpg](http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/simandl/optika_obrazky/LC_connector.jpg) (08. 05. 2017)

[37] <http://www.timbercon.com/assets/Uploads/connectors/fc.jpg> (08. 05. 2017)

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

AES	Advanced Encryption Standard
AP	Access Point
ASDM	Adaptive Security Device Manager
BSS	Basic Service Set
CCK	Complementary Code Keying
CCMP	Ciber Block Chaining Message Authentication Code Protocol
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access witch Collision Detection
DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying
DFS	Dynamic Frequency Selection
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DoS	Dential of Service Attack
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communication Commission
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
GLAN	Gigabit Local Area Network
HiPerLAN	High Performance LAN
IBSS	Independet Basic Service Set
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol address
IP Sec	Internet Protocol Security
ISO/OSI	International Organization for Standardization / Open Systems Interconnec- tion model
IV	inicializačný vektor

---

LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
MAC	Media Access Control Address
MAN	Metropolitan Area Network
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MU-MIMO	Multi User MIMO
NAT	Network Address Translation
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAN	Personal Area Network
PAT	Port Address Translation
PDF	Portable Document Format
PoE	Power of Ethernet
PSK	Pre Shared Key
RC4	Rivest Cipher 4
SOHO	Small Office Home Office
SSID	Service Set Identifier
SLL	Secure Sockets Layer
STP	Screened Twisted Pair
TKIP	Temporary Key Integrity Protocol
TPC	Transmit Power Control
UNII	Unlicensed National Information Infrastructure
USA	United States of America
UTP	Unshielded Twisted Pair
VLAN	Virtual LAN
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network

WEP	Wired Equivalent Privacy
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA	Wi-Fi Protected Access

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obr. 1. Topológia zbernica [17].....	14
Obr. 2. Topológia hviezda [18].....	15
Obr. 3. Topológia kruh [19].....	16
Obr. 4. Topológia strom [20].....	16
Obr. 5. Topológia mesh [21].....	17
Obr. 6. Sieť peer-to-peer [22] .....	19
Obr. 7. Sieť klient-server [22].....	20
Obr. 8. Krútená dvojlinka [23].....	22
Obr. 9. Patch panel [9].....	23
Obr. 10. Zásuvka na omietku [11] .....	23
Obr. 11. Zásuvka pod omietku - predná strana [12] .....	23
Obr. 12. Zásuvka pod omietku - zadná strana [13].....	23
Obr. 13. RJ-45 koncovka [10] .....	24
Obr. 14. Zapojenia podľa normy [14].....	24
Obr. 15. Zapojenie krížené - 100Mb/s [15] .....	25
Obr. 16. Zapojenie krížené - 1000Mb/s [15] .....	25
Obr. 17. Optické vlákna [16] .....	26
Obr. 18. Šírenie laséru v optických vláknach [24] .....	27
Obr. 19. ST - konektor [25] .....	27
Obr. 20. SC - konektor [26].....	28
Obr. 21. LC konektor [36].....	28
Obr. 22. FC konektor [37] .....	28
Obr. 23. Opakovač [27] .....	29
Obr. 24. Rozbočovač [28].....	30
Obr. 25. Prepínač [29].....	30
Obr. 26. Smerovač [30].....	31
Obr. 27. Sieťová karta [31] .....	32
Obr. 28. Ad hoc sieť [32].....	37
Obr. 29. Režim infraštruktúry [33] .....	37
Obr. 30. Šifrovanie a dešifrovanie správy v protokole WEP [34].....	41
Obr. 31. Dátový rozvádzač 12U .....	55
Obr. 32. Patch panel 24 portový .....	55



Obr. 33. TP-LINK T2600G-52TS .....	56
Obr. 34. TP-LINK SG1024.....	56
Obr. 35 TP-LINK SG1008PE .....	56
Obr. 36. TP-LINK EAP320 .....	57
Obr. 37. TP-LINK SG105.....	57
Obr. 38. TP-LINK TL-SG1008P .....	57
Obr. 39. TP-LINK SG1016D.....	58
Obr. 40. TP-LINK TL-SG108 .....	58
Obr. 41. B pavilón - pridané nové káble a a zariadenia s popisom .....	60
Obr. 42. 1. poschodie - pridané nové káble a zariadenia s popisom.....	61
Obr. 43. Prízemie - pridané nové káble a zariadenia s popisom.....	62
Obr. 44. A pavilón - pridané nové káble a a zariadenia s popisom .....	63
Obr. 45. Dátový rozvádzač 21U .....	66
Obr. 46. Dátový rozvádzač 10U .....	66
Obr. 47. Konvertor.....	67
Obr. 48. B pavilón - pridané nové zariadenia a vedenia sieťovej kabeláže.....	69
Obr. 49. 1. poschodie - pridané nové zariadenia a káble .....	69
Obr. 50. Prízemie - pridané nové zariadenia a káble .....	71
Obr. 51. Pavilón A - pridané nových zariadení a káblov.....	72
Obr. 52. Dátový rozvádzač .....	75
Obr. 53. Dátový rozvádzač .....	75
Obr. 54. Patch panel 24 portov, CAT6A .....	75
Obr. 55. D-Link DSG-1510-52.....	76
Obr. 56. D-Link DXS-110-16SC.....	76
Obr. 57. D-Link DAP-2695 .....	77
Obr. 58. D-Link DGS-1510-28MPX .....	77
Obr. 59. D-Link DGS-1510-28P.....	78
Obr. 60. 1. poschodie - pridané nové zariadenia a káble .....	79
Obr. 61. B pavilón - pridané nové zariadenia a káble.....	80
Obr. 62. A pavilón - pridané nové zariadenia a káble .....	81
Obr. 63. Prízemie - pridané nové zariadenia a káble .....	82
Obr. 64. Spleť káblov vedená cez okno.....	97
Obr. 65. Plán rozmiestnenia budov - prízemie .....	97

---

Obr. 66. Plán rozmiestnenia budov - 1. poschodie .....	98
Obr. 67. Pavilón A .....	98
Obr. 68. Pavilón B .....	99
Obr. 69. Logická mapa siete - aktuálny stav .....	99
Obr. 70. Spleť káblov .....	100
Obr. 71. Prepojenie pavilónu A a B .....	100
Obr. 72. Pripojenie jedálne do siete .....	101
Obr. 73. Dva wifi routre vedľa seba .....	101
Obr. 74. Návrh č.1 - 1.poschodie .....	102
Obr. 75. Návrh č.1 - Prízemie .....	103
Obr. 76. Návrh č.1 - A pavilón .....	104
Obr. 77. Návrh č.1 - B pavilón .....	105
Obr. 78. Návrh č.2 - Pavilón A .....	106
Obr. 79. Návrh č.2 - B pavilón .....	107
Obr. 80. Návrh č.2 - 1. poschodie .....	108
Obr. 81. Návrh č.2 - Prízemie .....	109
Obr. 82. Návrh č.3 - Pavilón A .....	110
Obr. 83. Návrh č.3 - Pavilón B .....	111
Obr. 84. Návrh č.3 - 1. poschodie .....	112
Obr. 85. Návrh č.3 - Prízemie .....	113

**ZOZNAM TABULIEK**

Tab. 1. Rozdelenie krútenej dvojlinky.....	21
Tab. 2. Aktuálne adresovanie v sieti.....	52
Tab. 3. Nové adresovanie v sieti.....	53
Tab. 4. Označenie použitých zariadení v návrhu č.1 .....	58
Tab. 5. Cenová kalkulácia za pasívne prvky pre návrh č.1 .....	64
Tab. 6. Cenová kalkulácia zariadení pre návrh č.1 .....	64
Tab. 7. Celkové náklady návrhu č.1 .....	64
Tab. 8. Označenie použitých zariadení v návrhu č.2 .....	67
Tab. 9. Cenová kalkulácia za pasívne prvky pre návrh č.2 .....	72
Tab. 10. Cenová kalkulácia zariadení pre návrh č.2.....	73
Tab. 11. Celkové náklady návrhu č.2 .....	73
Tab. 12. Označenie použitých zariadení v návrhu č.3 .....	78
Tab. 13. Cenová kalkulácia za pasívne prvky pre návrh č.3 .....	82
Tab. 14. Cenová kalkulácia zariadení pre návrh č.3 .....	83
Tab. 15. Celkové náklady návrhu č.3 .....	83

## ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA PI: Fotografie a obrázkové prílohy

PRÍLOHA PII: CD

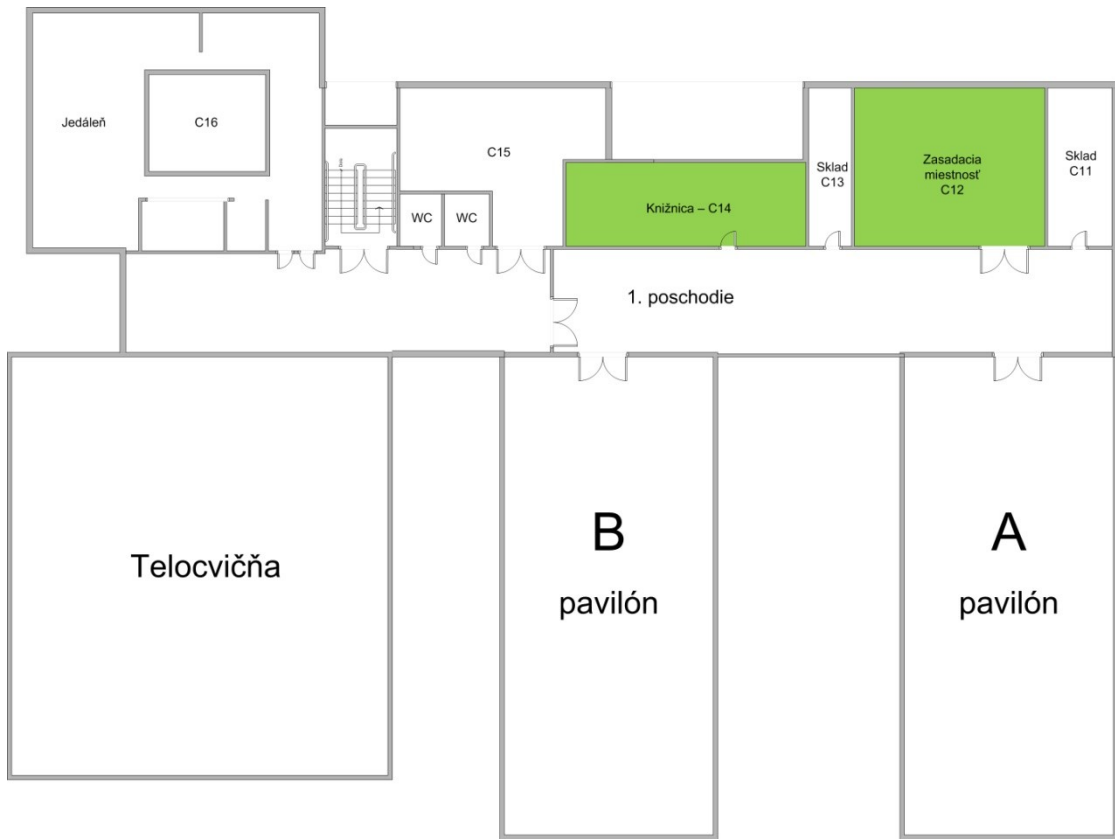
## PRÍLOHA P I: FOTOGRAFIE A OBRÁZKOVÉ PRÍLOHY



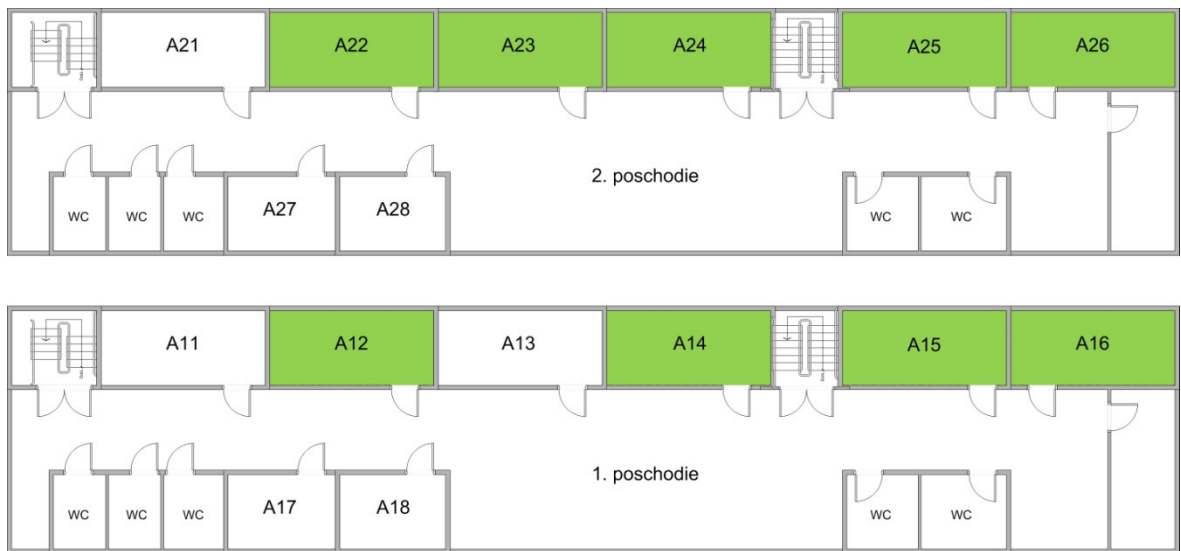
Obr. 64. Spleť káblov vedená cez okno



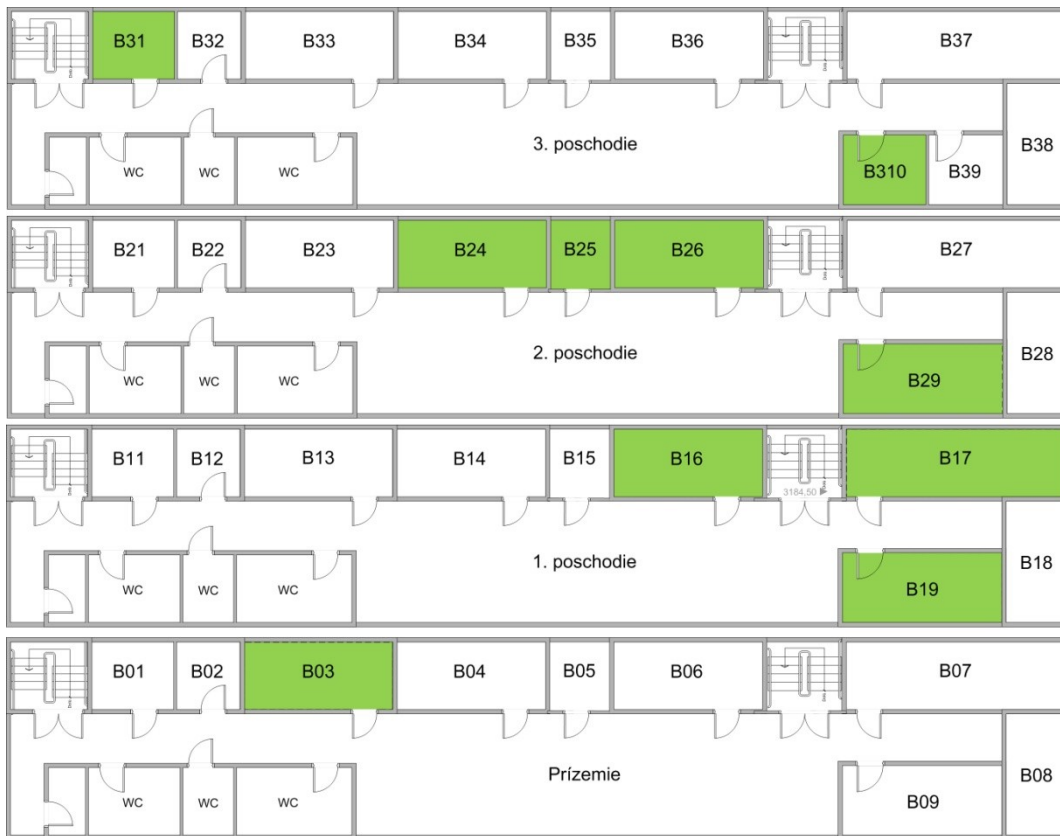
Obr. 65. Plán rozmiestnenia budov - prízemie



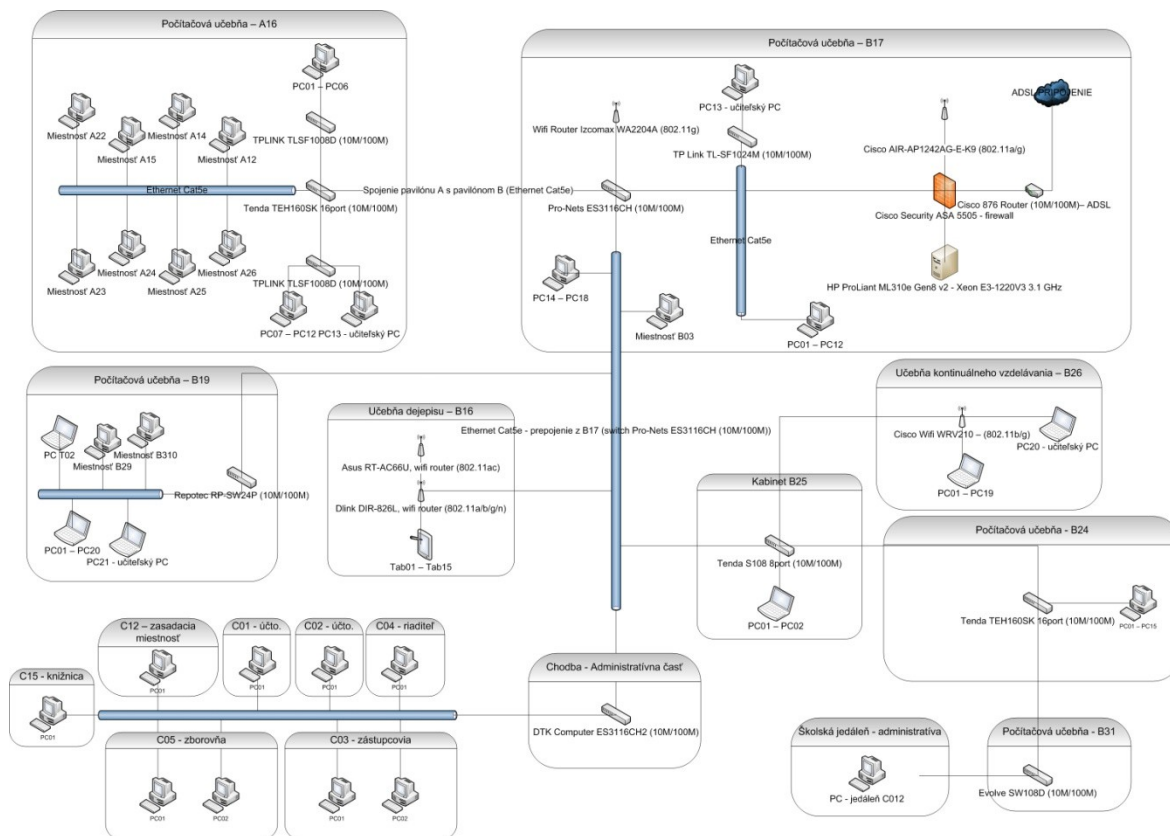
Obr. 66. Plán rozmiestnenia budov - 1. poschodie



Obr. 67. Pavilón A



Obr. 68. Pavilón B



Obr. 69. Logická mapa siete - aktuálny stav





Obr. 70. Spleť káblov



Obr. 71. Prepojenie pavilónu A a B

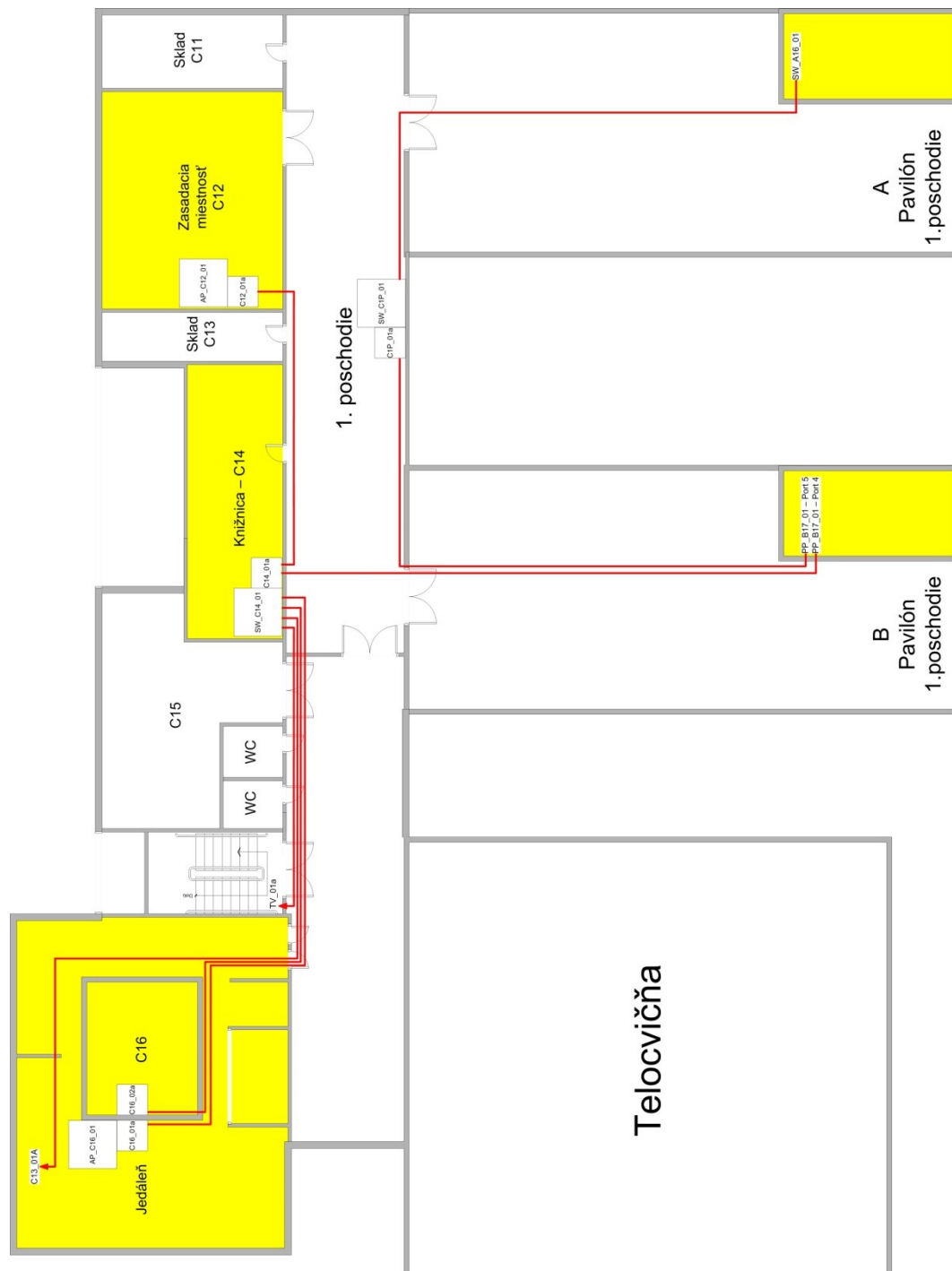




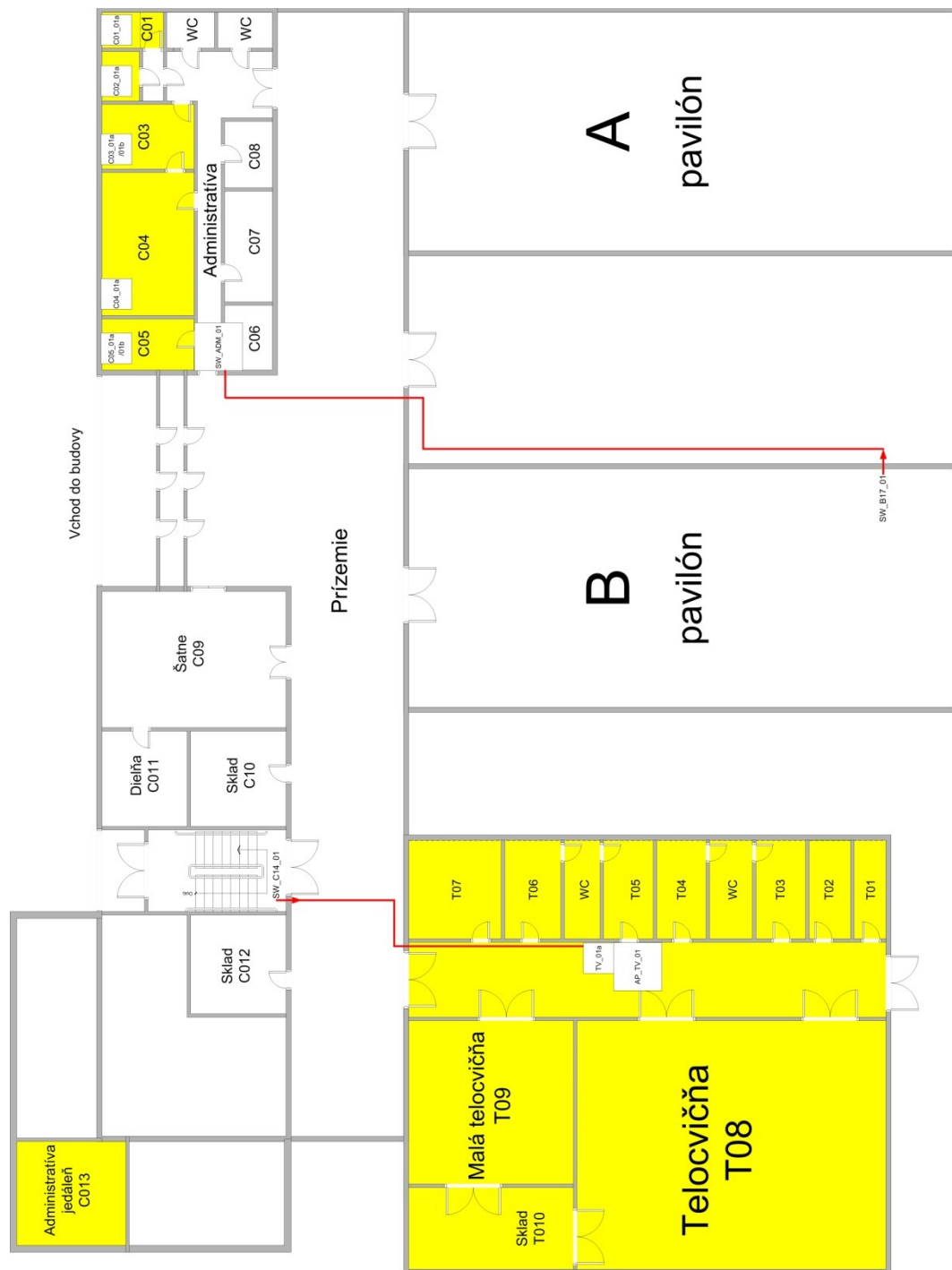
Obr. 72. Pripojenie jedálne do siete



Obr. 73. Dva wifi routre vedľa seba



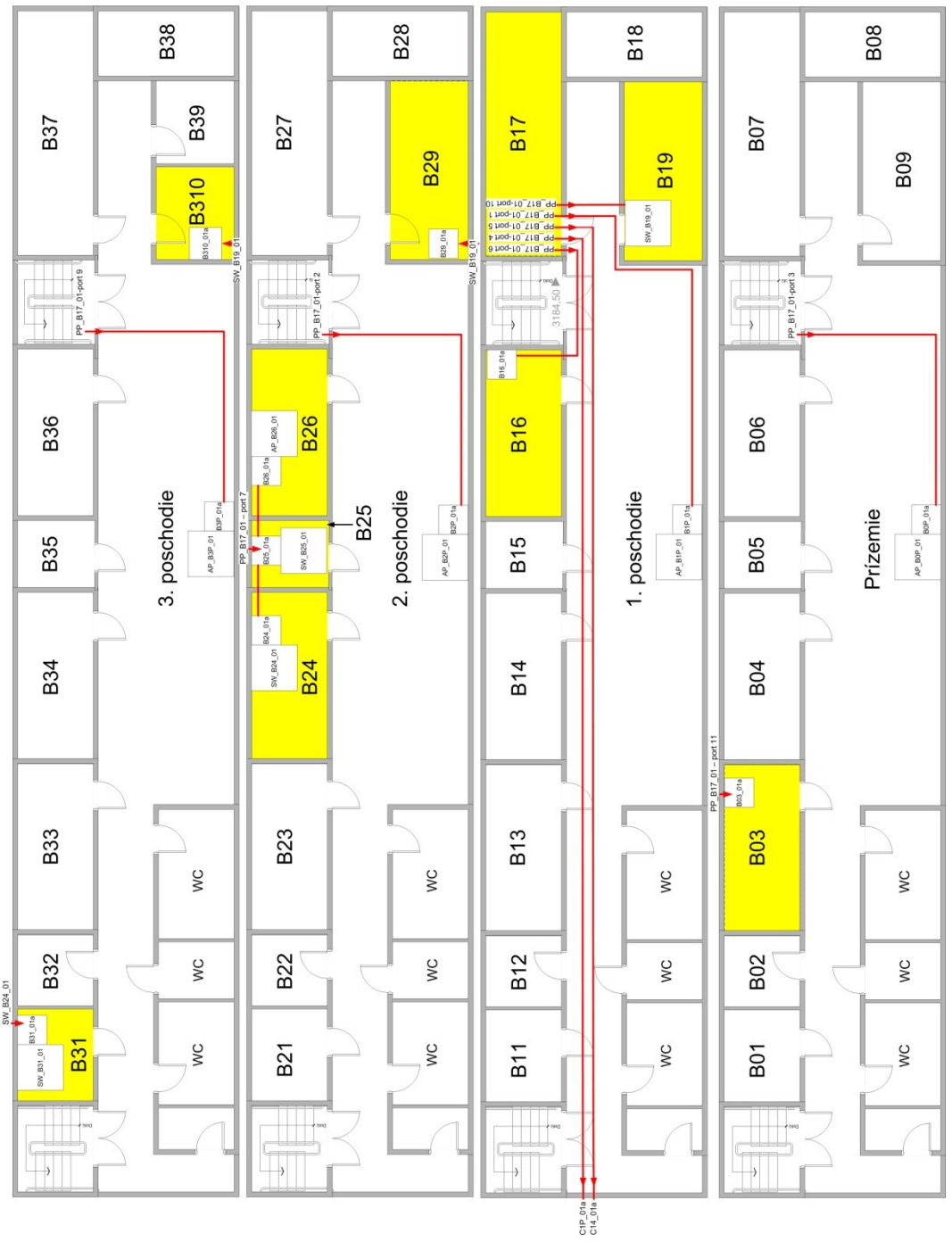
Obr. 74. Návrh č.1 - 1.poschodie



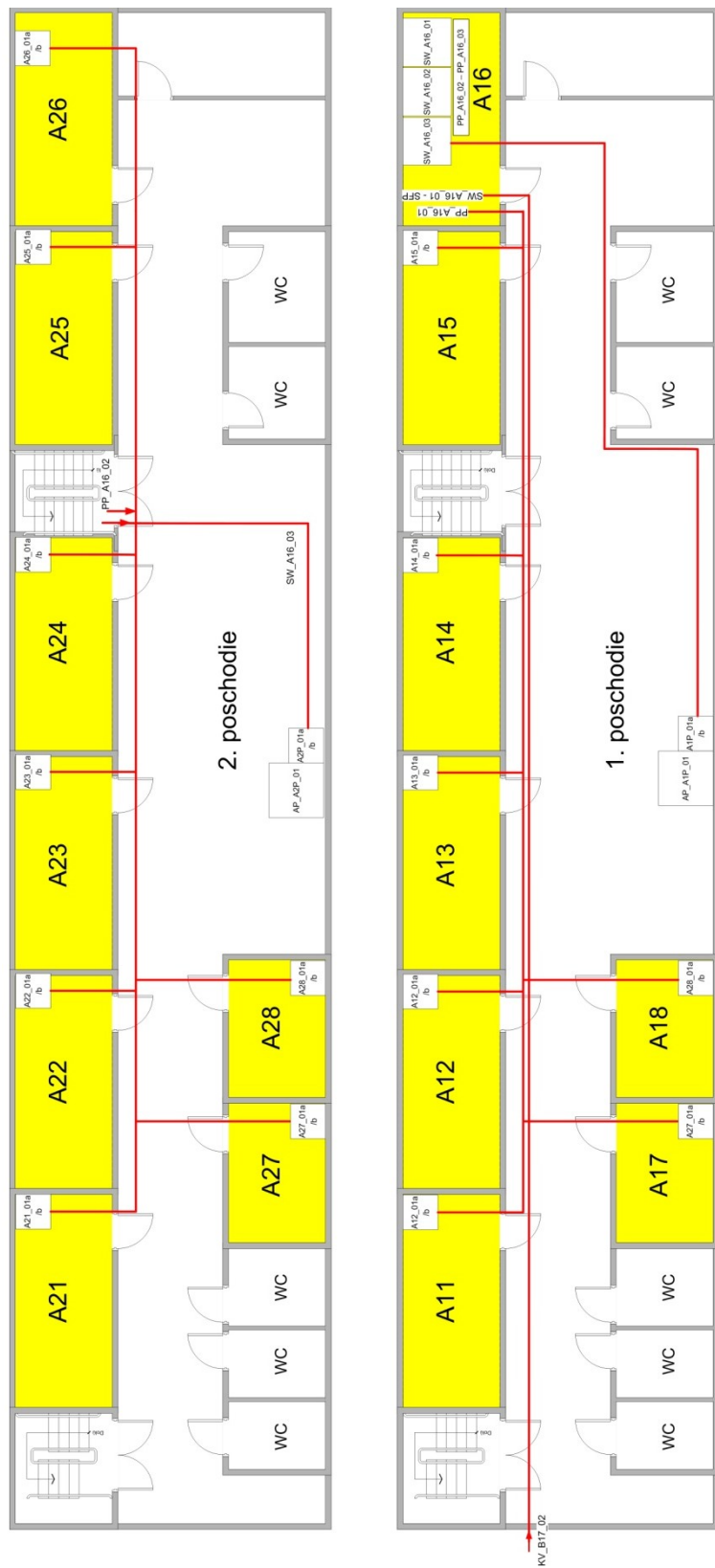
Obr. 75. Návrh č.1 - Prízemie



Obr. 76. Návrh č.1 - A pavilón



Obr. 77. Návrh č.1 - B pavilón

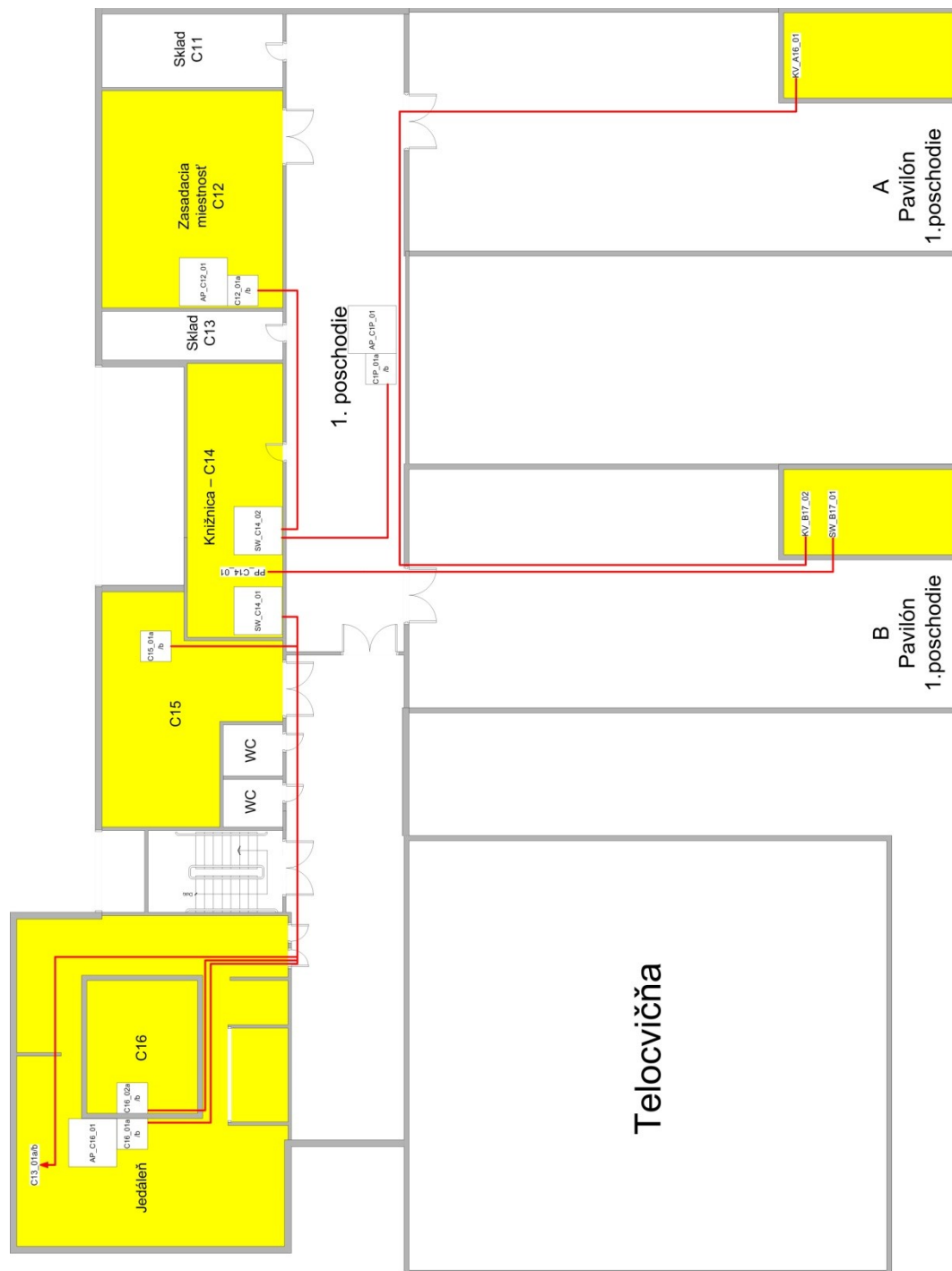


Obr. 78. Návrh č.2 - Pavilón A



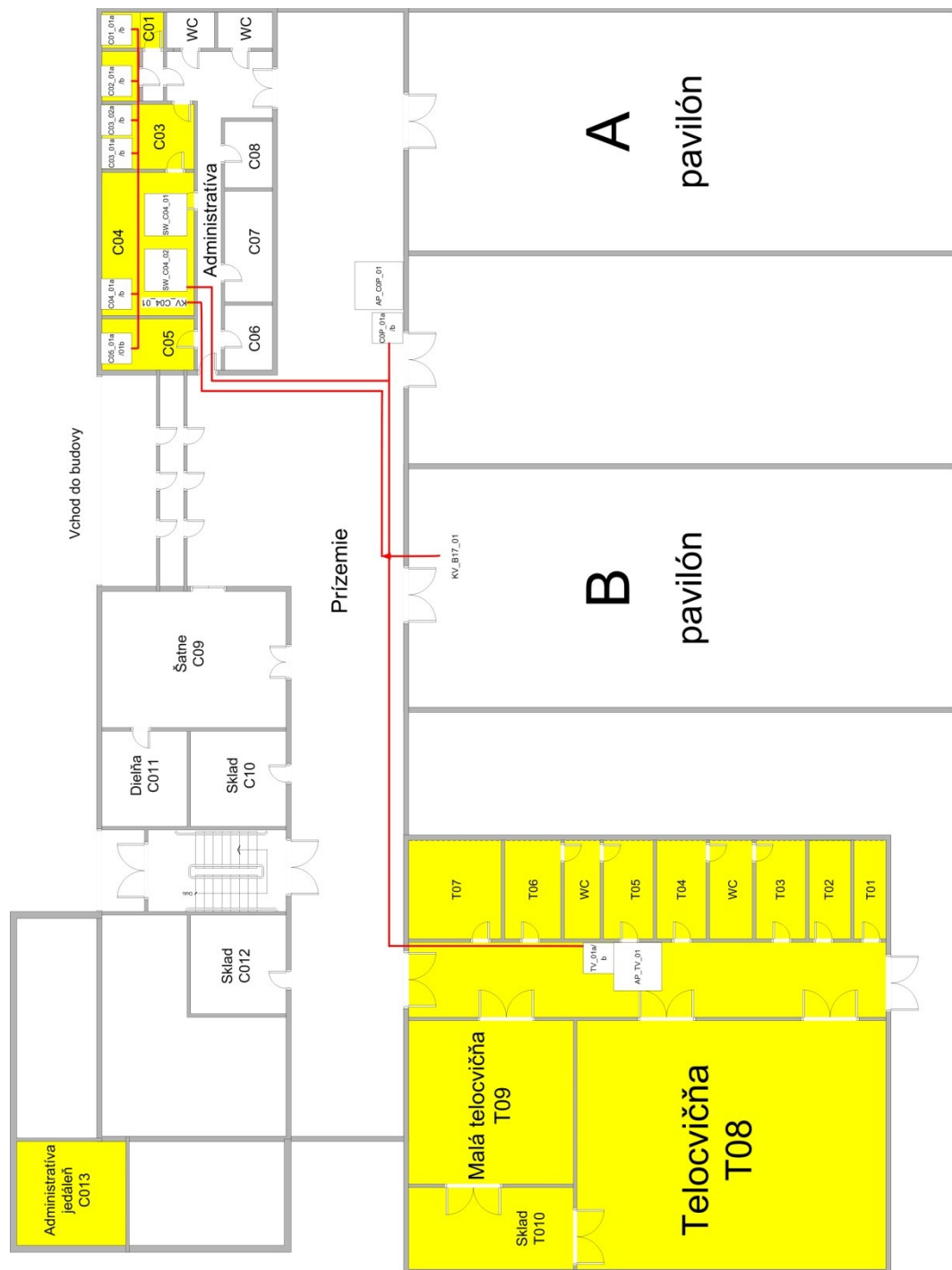
Obr. 79. Návrh č.2 - B pavilón



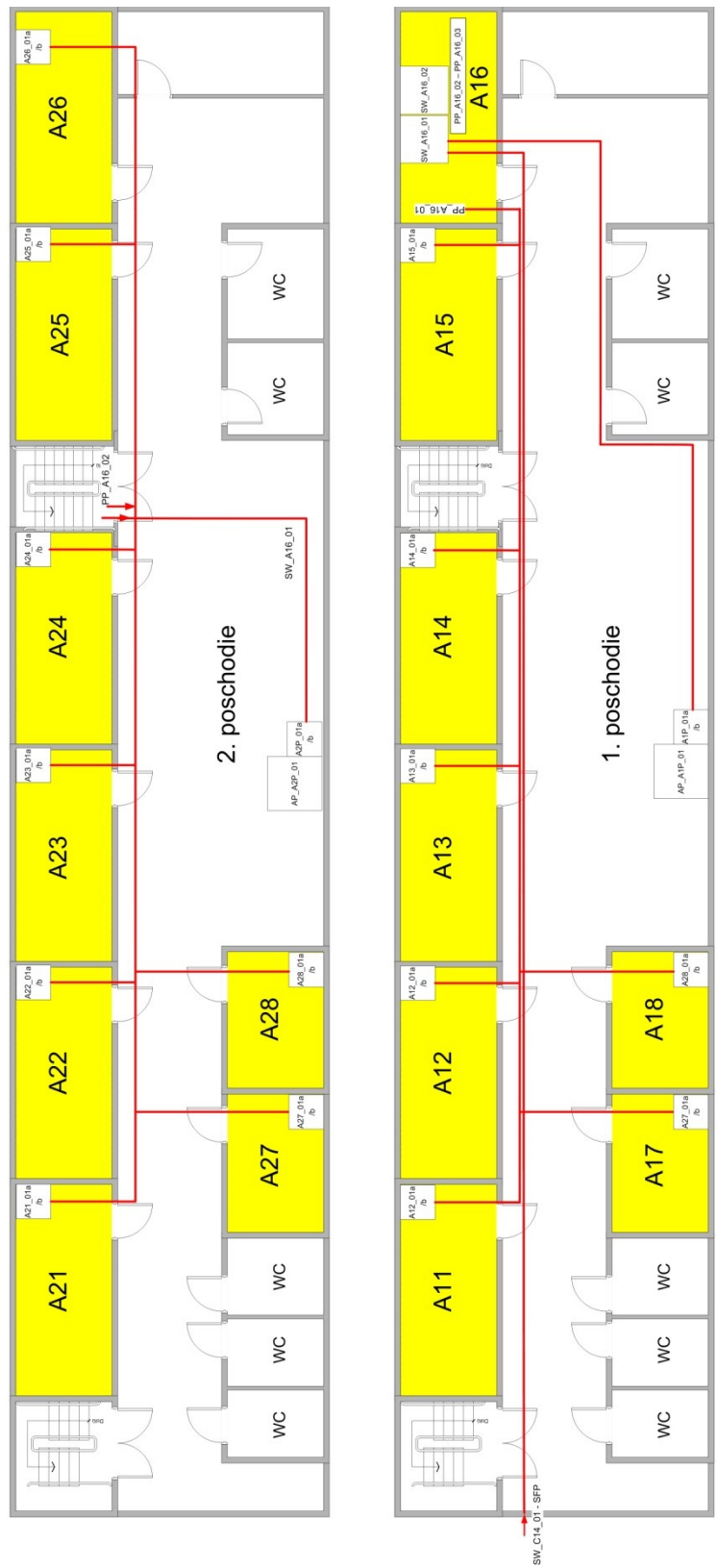


Obr. 80. Návrh č.2 - 1. poschodie



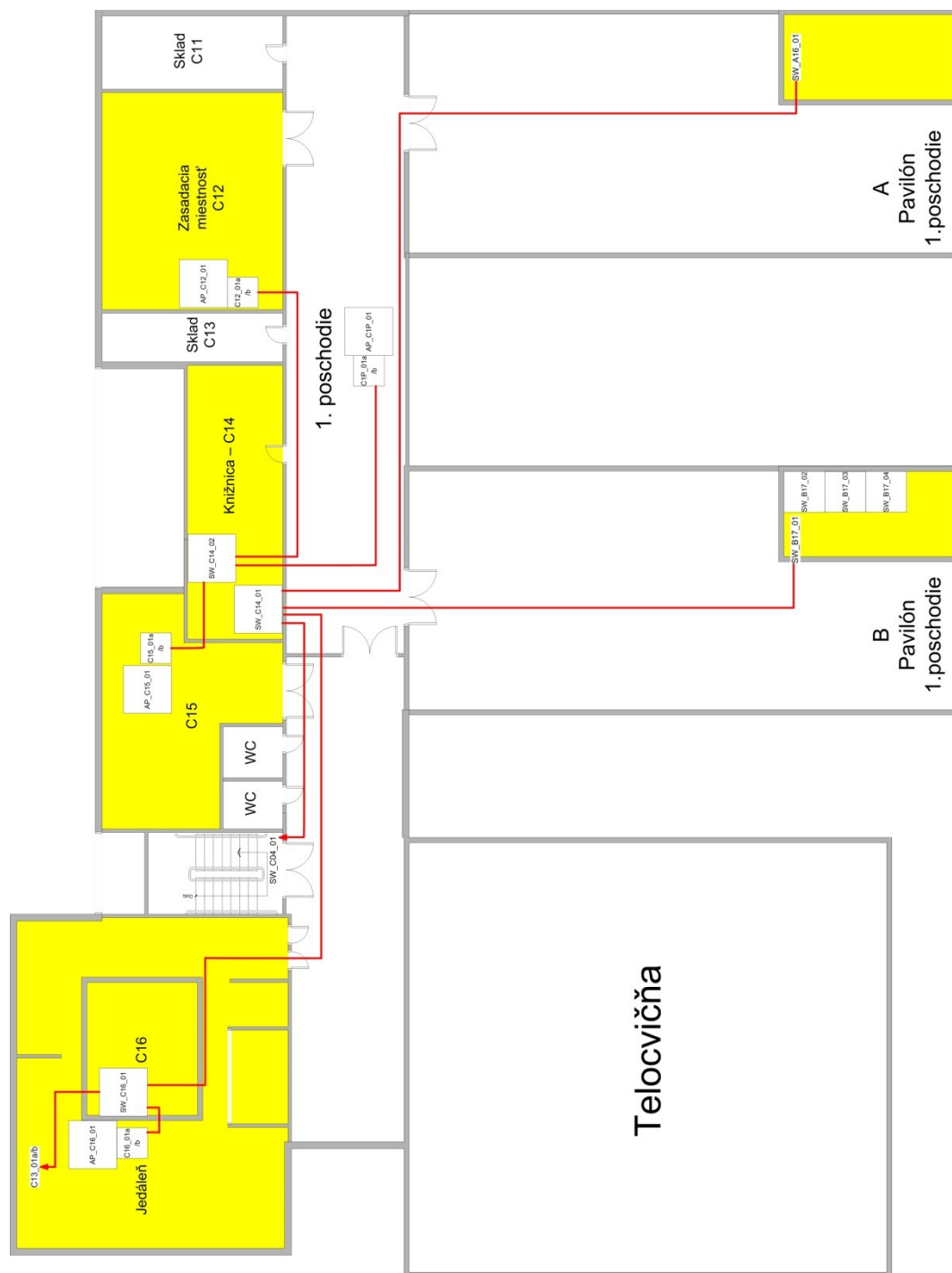


Obr. 81. Návrh č.2 - Prizemie

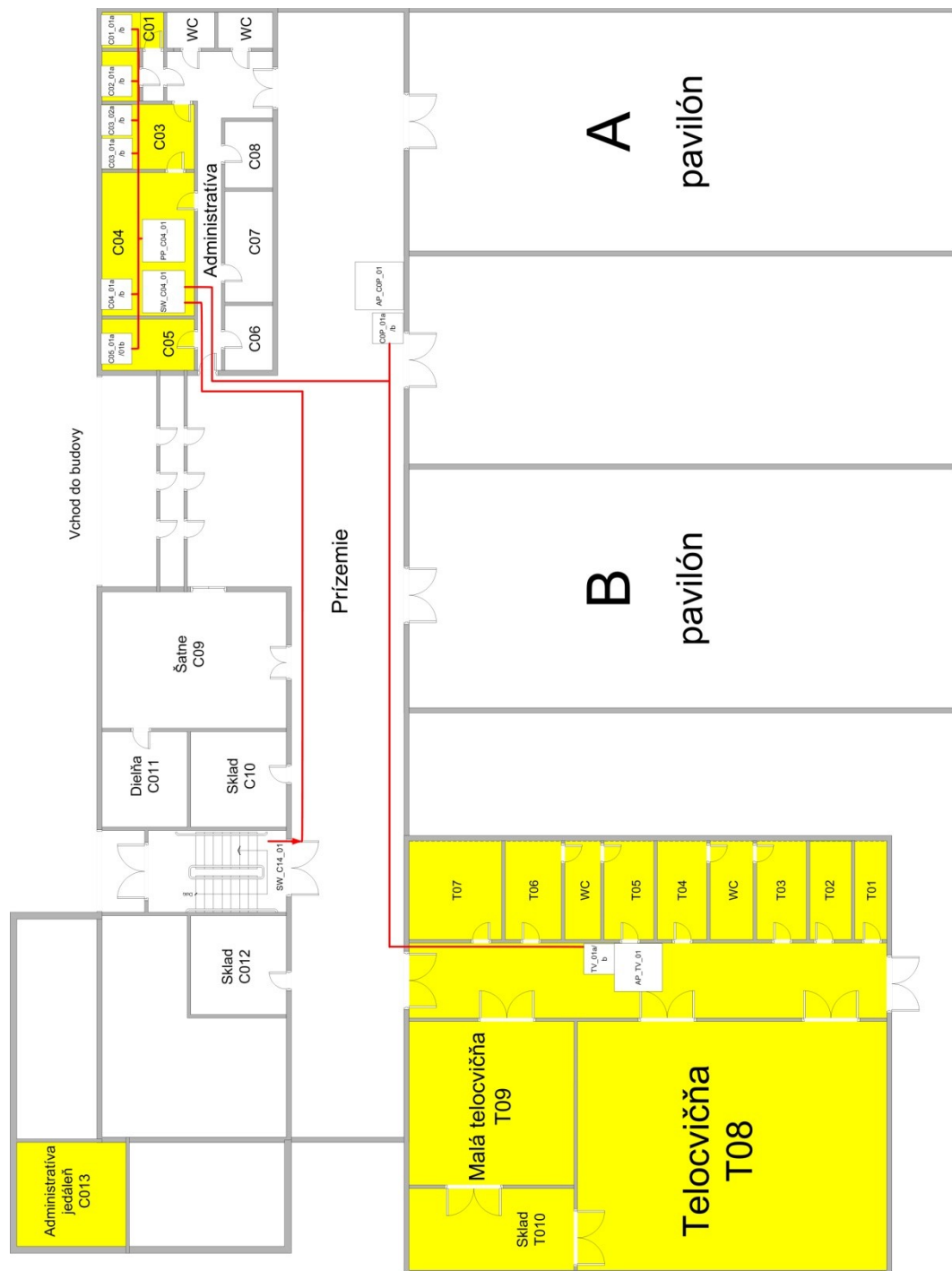


Obr. 82. Návrh č.3 - Pavilón A





Obr. 84. Návrh č.3 - 1. poschodie



Obr. 85. Návrh č.3 - Prizemie