



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLU

PRIMARY SCHOOL COMPUTER NETWORK DESIGN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Badin

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Bc. Vojtěch Badin
Studijní program:	Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Informační management
Vedoucí práce:	Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh počítačové sítě pro základní školu

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Analýza současného stavu
Teoretická východiska práce
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout počítačovou síť.

Základní literární prameny:

DONAHUE, G. A. Kompletní průvodce síťového experta. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.

JIROVSKÝ, V. Vademecum správce sítě. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 428 s. ISBN 80-7169-745-1.

STANEK, W. R. Microsoft Windows Server 2012: kapesní rádce administrátora. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 9788025138175.

TRULOVE, J. Síť LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na návrh funkční spolehlivé počítačové sítě pro základní školu. Diplomová práce analyzuje současný stav komunikační infrastruktury základní školy a na základě této analýzy je realizováno vlastní řešení. Část řešení se zabývá zavedením aplikace pro distanční vzdělávání a základním nastavením počítačového serveru školy. Diplomová práce obsahuje návrh tras vedení kabelů, výběr aktivních prvků, Ganttův diagram projektu a ekonomické zhodnocení celého projektu.

ABSTRACT

This master's thesis is focused on the design of a functional reliable computer network for primary school. The master's thesis analyses the current state of the communication infrastructure of the primary school and the own solution is implemented based on this analysis. Part of the solution deals with implementation of an application for distance education and the basic setup of the school computer server. The master's thesis contains the design of cable routing routes, selection of active elements, Gantt chart of the project and economic evaluation of the whole project.

KLÍČOVÁ SLOVA

Access point, switch, server, windows, active directory

KEY WORDS

Access point, switch, server, windows, active directory

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BADIN, Vojtěch. *Návrh počítačové sítě pro základní školu* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/131802>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 15. května 2021

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph. D. za vedení mé diplomové práce. Dále děkuji rodině a přátelům za podporu při tvorbě této práce.

Obsah	
Abstrakt	4
Abstract.....	4
Klíčová slova	5
Key Words	5
Obsah.....	9
Úvod	13
Cíle práce, metody a postupy zpracování	14
1 Analýza současného stavu	15
1.1 Popis firmy.....	15
1.2 Analýza současného stavu sítě.....	16
1.2.1 Popis objektu	16
1.2.2 Schéma sítě	17
1.3 Požadavky investora.....	18
1.4 Shrnutí analýzy současného stavu.....	18
2 Teoretická východiska práce.....	19
2.1 Počítačová síť.....	19
2.1.1 Síť peer-to-peer	19
2.1.2 Síť klient-server	19
2.2 Dělení počítačových sítí	20
2.2.1 Podle rozsahu	20
2.2.2 Podle topologie	21
Topologie sběrnice (BUS)	21
Topologie kruh (RING)	22
Topologie hvězda (STAR).....	22
2.3 Síťový model a architektura	23

2.3.1	Referenční model ISO/OSI.....	23
2.3.2	Architektura TCP/IP.....	25
2.3.3	Ethernet.....	27
2.4	Aktivní síťové prvky	29
2.4.1	Opakovač (repeater)	29
2.4.2	Převodník (transceiver, media convertor)	30
2.4.3	Rozbočovač, koncentrátor (hub).....	30
2.4.4	Most.....	30
2.4.5	Switch.....	30
2.4.6	Router	31
2.4.7	Access Point.....	31
2.5	Komunikační infrastruktura.....	31
2.5.1	Kabelážní systém	32
2.5.2	Normy.....	32
2.5.3	Základní pojmy	32
2.5.4	Prvky konektivity kabeláže	33
2.5.5	Prvky organizace kabeláže	33
2.5.6	Prvky vedení kabeláže.....	34
2.5.7	Prvky značení kabeláže	34
2.6	Přenosová prostředí	35
2.6.1	Kroucené páry (Twisted pair cable).....	35
2.6.2	Optické kabely	36
2.7	WiFi (Wireless Fidelity)	38
2.7.1	Bezdrátové sítě.....	38
2.7.2	Provedení prvků bezdrátové sítě.....	39
3	Vlastní návrh řešení	40

3.1	Návrh technologie	40
3.2	Návrh funkčnosti	40
3.3	Návrh topologie	41
3.4	Výběr aktivních prvků	42
3.4.1	Switch	42
3.4.2	Access Point	43
3.4.3	IP kamera	44
3.4.4	Synology NAS	45
3.5	Umístění aktivních prvků	45
3.6	Kabeláž	47
3.6.1	Metalické kabely	47
3.6.2	Optické kabely	47
3.7	Prvky vedení kabeláže	50
3.8	Spojovací prvky	52
3.8.1	Datové zásuvky	52
3.8.2	Přepojovací panel	53
3.8.3	Konektory	53
3.9	Návrh tras kabeláže	54
3.9.1	Datový rozvaděč	54
3.9.2	Trasy páteřní sekce	55
3.9.3	Trasy horizontální sekce	56
3.9.4	Značení aktivních prvků a kabeláže	56
3.10	Nastavení aktivních prvků	57
3.11	Nastavení Microsoft Teams	58
3.12	Připojení Synology NAS	65
3.12.1	Nastavení domény spravované službou Azure	65

3.12.2	Propojení Synology NAS s doménou spravovanou službou Azure.....	67
3.12.3	Nastavení jednotného přihlášení služby Azure v zařízení Synology	68
3.12.4	Konfigurace diskového úložiště.....	74
3.12.5	Konfigurace služby DHCP serveru.....	76
3.13	Řízení projektu	77
3.13.1	WBS	77
3.13.2	Časový harmonogram projektu.....	78
3.14	Ekonomické zhodnocení projektu	79
	Závěr.....	81
	Bibliografie	82
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	86
	SEZNAM GRAFŮ.....	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ	88
	SEZNAM TABULEK.....	90
	SEZNAM PŘÍLOH.....	91

ÚVOD

Za poslední rok prošlo mnoho škol složitou situací týkající se distančního vzdělávání. Prezenční výuku bylo nutné nahradit co nejefektivněji. Školy se musely přizpůsobit nejen novými metodami vyučování na dálku, ale také modernizací síťové infrastruktury a zavedením aplikací umožňujících komunikaci přes internetovou síť. Některé školy již těchto možností využívaly a byly na situaci připraveny, avšak menší školy nacházející se v malých obcích či na odlehlých místech na tuto situaci připraveny nebyly a musely urychleně pořídit nová zařízení, příslušenství a zajistit aplikace pro distanční vzdělávání. V této diplomové práci se zabývám návrhem síťové infrastruktury a zavedením aplikace Microsoft Teams pro malotřídní školu v obci s populací přibližně 1000 obyvatel. Organizace umožňuje vzdělávání žákům 1. – 4. ročníku základní školy. V budově základní školy byla již počítačová síť realizována, avšak nebyla uzpůsobena k využívání moderních zařízení, jako jsou tablety, notebooky nebo mobilní telefony. Projekt popisuje tvorbu nových tras síťové infrastruktury, zajištění kvalitní bezdrátové sítě a zabezpečení pozemku základní školy proti neoprávněnému vniknutí.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem diplomové práce je návrh počítačové sítě a zavedení aplikace pro distanční vzdělávání pro základní školu umožňující vzdělávání pro žáky 1. – 4. ročníku. První část práce se zaměřuje na analýzu současného stavu, na jejímž základě bude vytvořeno funkční řešení odpovídající požadavkům vedení školy.

V druhé části práce jsou uvedena teoretická východiska nezbytná k vytvoření funkčního řešení.

V poslední části je popsána realizace nových komunikačních tras, výběr aktivních prvků, nastavení a zavedení aplikace Microsoft Teams, vyhodnocení vytvořeného řešení a ekonomické zhodnocení celého projektu.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola diplomové práce se zabývá popisem společnosti, pro kterou bude projekt vytvořen. V kapitole je zhodnocena aktuální infrastruktura a požadavky investora na vytvoření nové infrastruktury.

1.1 Popis firmy

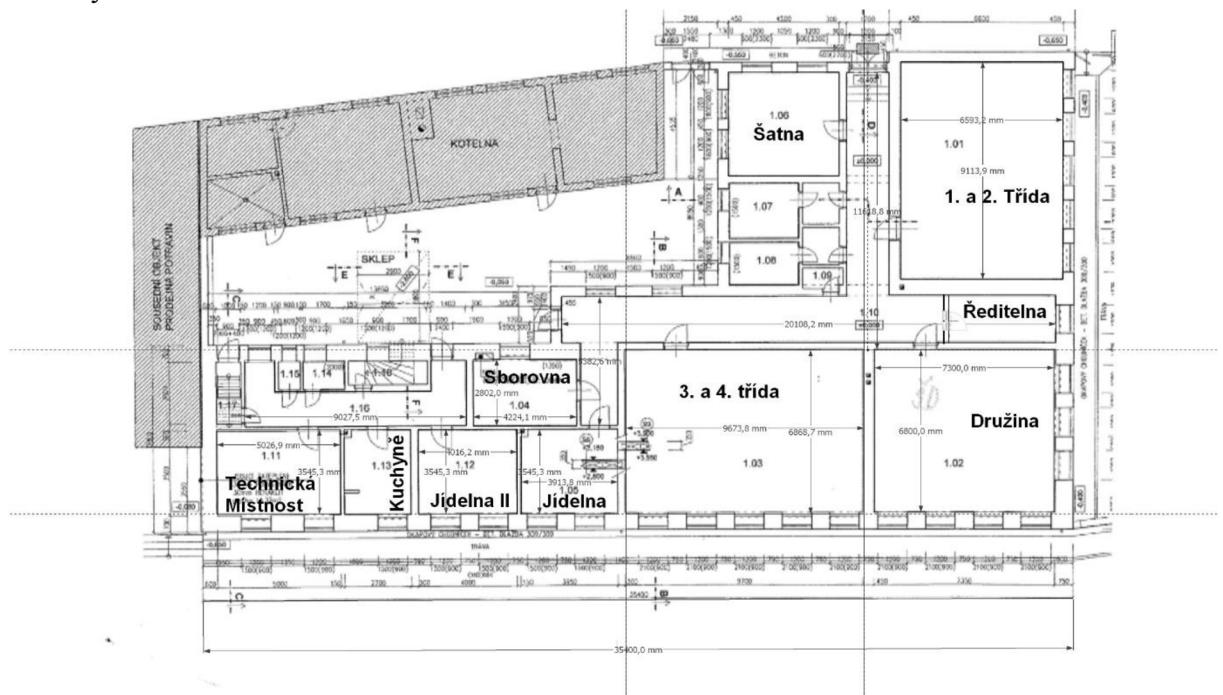
Návrh počítačové sítě bude vytvořen pro Základní školu a mateřskou školu Moravské Bránice, příspěvková organizace. V projektu se budu zabývat návrhem sítě pouze v rámci budovy základní školy. Jedná se o malotřídní školu se čtyřmi postupnými ročníky. V budově se nachází tři učebny, 2 třídy a 1 družina. Kapacita školy je 60 žáků. Škola má i bezbariérový přístup, což umožňuje přístup tělesně postiženým dětem. Škola také využívá moderní výukové pomůcky a aplikace, jako jsou například interaktivní tabule či notebooky. [1]

1.2 Analýza současného stavu sítě

V této kapitole zanalyzuji současný stav sítě v budově základní školy Moravské Bránice.

1.2.1 Popis objektu

V budově základní školy Moravské Bránice se nachází šatna, družina, ředitelna, sborovna, jídelna, kuchyně, technická místnost a 2 třídy, ve kterých se vyučují vždy dva ročníky zároveň.



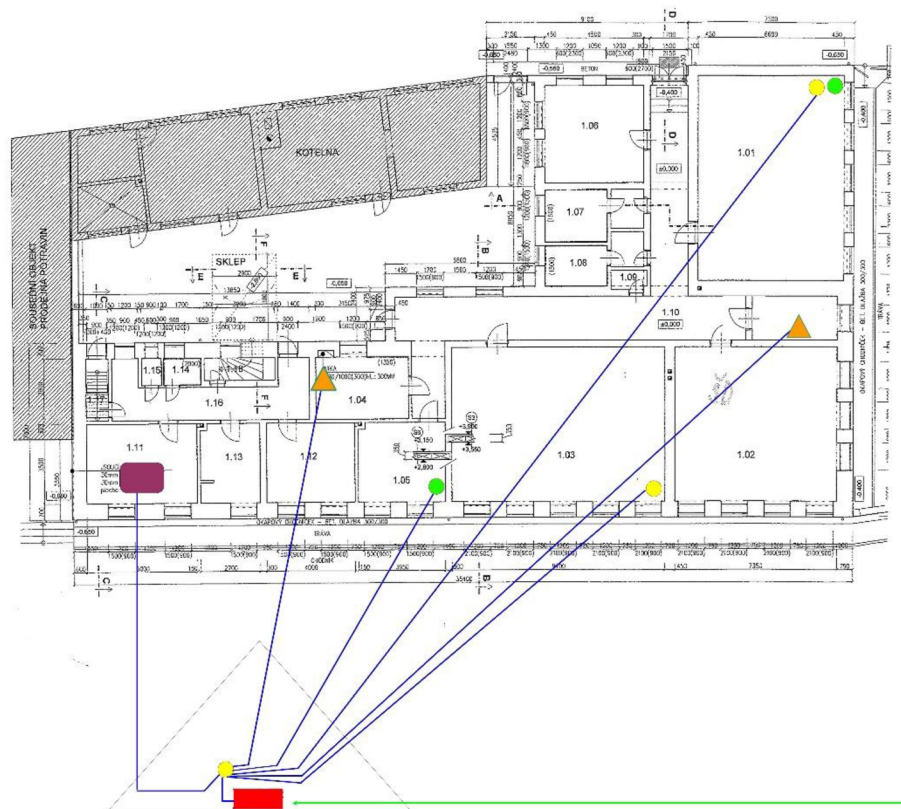
Obrázek 1: Půdorys budovy základní školy

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Pro potřeby této práce budu třídu pro 1. a 2. ročník nazývat Třída 1 a třídu pro 3. a 4. ročník Třída 2.

1.2.2 Schéma sítě

Pro lepší pochopení rozložení síťových prvků jsem zpracoval schéma sítě. Trojúhelník pod půdorysem zobrazuje půdní prostor nad technickou místností, kde se nachází modem, do kterého je směřován hlavní přívod pomocí koaxiálního kabelu.



Obrázek 2: Schéma sítě základní školy

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Všechny kabelové trasy jsou vedeny přes půdní prostory pomocí UTP kabelů. Kabely jsou na půdě vedeny volně nebo v různých trubkách v závislosti na roce, ve kterém byla síť při rekonstrukci rozšiřována. Do místností jsou jednotlivé kabely vedené v lištách nebo nástěnných kanálech a jsou zakončeny v zásuvkách nebo přímo v zařízeních. Škola využívá tarif od společnosti itself s.r.o který umožňuje maximální rychlost download až 160 Mbps a rychlost upload až 10 Mbps. Základní škola pod záštitou obce bude požadovat změnu tarifu a využití připojení pomocí optického kabelu.

1.3 Požadavky investora

Po konzultaci s ředitelkou školy a správcem sítě jsem zjistil, že tyto požadavky jsou pro pracovníky školy nejdůležitější:

- Funkční a spolehlivá síť z pohledu správce i uživatele.
- Optimální pokrytí signálem WiFi.
- Dostatečná kapacita sítě.
- Nastavení uživatelských účtů a domény školy pro využití v Microsoft Office.
- Možnost dalšího rozšíření sítě při pořízení dalších zařízení.

Zaměstnanci školy zvolili tyto body především proto, že kvůli probíhající krizi covid-19 byli nuceni velmi rychle přejít na distanční výuku pomocí aplikace Microsoft Teams a zjistili, že síť, která se momentálně používá, je nevyhovující pro učení dětí na dálku. Síť mnohdy bezdůvodně vypadává či nedosahuje potřebné rychlosti nebo síly signálu pro kvalitní obraz a zvuk.

1.4 Shrnutí analýzy současného stavu

Budova základní školy i samotná organizace prošly mnoha renovacemi a změnami, aby mohli využívat moderních technologických vymožeností. Učitelé využívají notebooky, interaktivní tabule, tiskárny. Žáci mají k dispozici notebooky, které lze využívat také jako tablety. Změnou však neprošla komunikační infrastruktura školy. Síť, která zde byla vytvořena dříve, nebyla zřejmě dimenzovaná na tolik aktivních zařízení, které se dnes ve škole připojují. A to nejen notebooky, tiskárny a tablety, ale také mobilní telefony, které dnes vlastní téměř každé dítě. Vytvoření nové sítě od základů se rozhodně vyplatí vzhledem k tomu, že není jisté, jak staré a v jakém stavu jsou kabely, které jsou využívány stávající sítí.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V této kapitole uvedu teoretická východiska, pomocí kterých budu zpracovávat praktickou část práce. Postupně popíšu důležité informace související s počítačovými sítěmi.

2.1 Počítačová síť

Počítačové sítě můžeme dělit na dva typy podle toho, zda síť využívá server nebo ne. Podle tohoto kritéria rozeznáváme sítě peer-to-peer a klient-server. [2]

2.1.1 Síť peer-to-peer

Tuto síť tvoří jednotlivé uživatelské stanice, které si jsou vzájemně rovné. Počítače v síti si mezi sebou nabízejí své služby. Příkladem může být sdílení některých dokumentů nebo celých složek, do kterých je povolen přístup jiným uživatelům, nebo povolení tisku na jedné tiskárně více stanicím. Toto řešení má své výhody i nevýhody:

- Výhody – Správa sítě nevyžaduje velké znalosti. Vzhledem k tomu, že není nutné pořizovat server, ani žádné síťové operační systémy, jedná se o levné řešení.
- Nevýhody – Při větším počtu připojených počítačů je složité udržet přehled o tom, na kterém počítači jsou jaká data uložena. Data jsou také minimálně chráněna proti zneužití. Konfigurace přístupových práv je sice jednoduchá, ale musí se aplikovat na všech stanicích, což je při větším počtu stanic velmi náročné.

Síť peer-to-peer je tedy využitelná ve velmi malé firmě či v malé domácnosti s hranicí kolem deseti uživatelských stanic. [2]

2.1.2 Síť klient-server

Myšlenka tohoto řešení je poměrně jednoduchá. Veškerá data, služby, údaje o uživateli atd. jsou soustředěny do jednoho bodu v síti. Tento jediný bod v síti je důkladně zabezpečen a nabízí služby všem stanicím v síti. Tento ústřední bod, kde jsou soustředěny všechny údaje je nazýván server. Protože tento server musí obsluhovat mnoho požadavků v co nejkratším čase a je zde ukládáno velké množství dat, je nutné, aby byl počítač

kvalitní a rychlý. Na počítači musí být nainstalován síťový operační systém, který organizuje ukládání dat, přidělování přístupových práv ke složkám a souborům, vede evidenci uživatelů atd. [2]

- Výhody – vysoká bezpečnost dat, přehlednost, snadná konfigurace
- Nevýhody – vysoké náklady na nákup serveru a síťového operačního systému, nutnost mít kvalifikovaného pracovníka, který umí obsluhovat síťový operační systém.

Pro větší síť je toto řešení nevyhnutelné. Nejrozšířenější síťové operační systémy pracující na serveru jsou pro síť LAN jsou tyto:

- Microsoft Windows Server
- NetWare od firmy Novell, který však v posledních letech přešel k Linuxu
- Různé distribuce Linuxu. [2]

2.2 Dělení počítačových sítí

Počítačové sítě můžeme dělit podle několika kritérií. Mezi hlavní patří klasifikace sítě podle rozlehlosti a podle jejich topologie. [2]

2.2.1 Podle rozsahu

- **Síť LAN (Local area network)** – Tyto sítě jsou omezeny na jedno lokální místo. Takovým místem může být například místnost, domácnost, budova, podnik. Síť LAN zajišťují sdílení lokálních prostředků jako jsou data, aplikace a tiskárny. [2]
- **Síť WAN (Wide area network)** – Takzvané rozlehlé sítě se skládají z více vzájemně propojených sítí LAN. Spojování sítí se provádí speciálními linkami nebo bezdrátově. Rozlehlost se může různit, mohou to být sítě městské či firemní ve firmách s více pobočkami. Nejznámější sítí WAN je celosvětová síť internet. [2]
- **Síť MAN (Metropolitan area network)** – Metropolitní městská síť je menší než síť WAN ale větší než síť LAN. [2]

V dnešní době je již velmi složité určit, kde jednotlivé sítě končí a přechází v následující. Pro praktickou činnost tedy není dělení sítí podle velikosti tak důležité.

2.2.2 Podle topologie

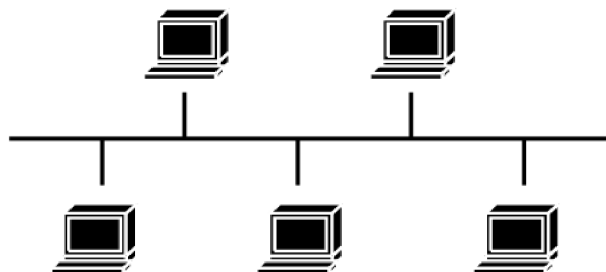
Topologie značí, jakým způsobem jsou jednotlivé pracovní stanice v síti propojeny.

Topologie velmi úzce souvisí s kabeláží a určuje výsledné vlastnosti sítě. [2]

Síťové topologie můžeme rozdělit na fyzické a logické zapojení síťových prvků, které se od sebe může odlišovat – např. zařízení v kruhové topologii můžou být fyzicky uspořádána do hvězdy. V reálném prostředí se můžeme setkat s různými topologiemi či jejich různými kombinacemi. Zde uvádím 3 základní typy topologií, ze kterých mohou vycházet složitější struktury. [2; 3]

Topologie sběrnice (BUS)

V této topologii jsou stanice připojeny na jedno průběžné vedení. Příkladem této topologie může být klasický tlustý koaxiální Ethernet nebo tenký koaxiální Ethernet. Všechny stanice, které jsou ke sběrnici připojené vidí data odeslaná ostatními stanicemi, a naopak všechna data, která jsou určena pro jednu stanicí vidí i všechny ostatní stanice. Při takovémto zapojení stanice může dojít ke konfliktům mezi stanicemi, proto má tato topologie přísná pravidla chování na síti. [3]

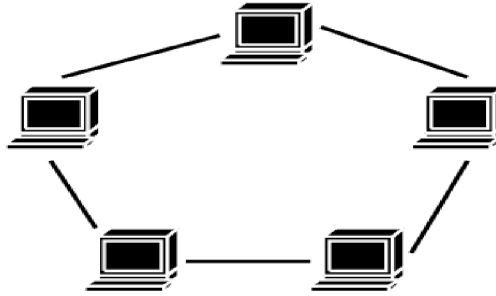


Obrázek 3: Topologie sběrnice

(Zdroj: [7])

Topologie kruh (RING)

Topologie do kruhu postupně připojuje jednu pracovní stanici ke druhé, až je nakonec poslední stanice připojena zpět k první a vzniká tak kruh. Data chodí v kruhu od jednoho zařízení ke druhému, dokud nedojdou až ke správnému příjemci. V takto zapojené síti se obvykle využívá postupné předávání zpráv pomocí tzv. Tokenu. Příkladem mohou být síť Token Ring a FDDI (fiber distributed data interface). [3]



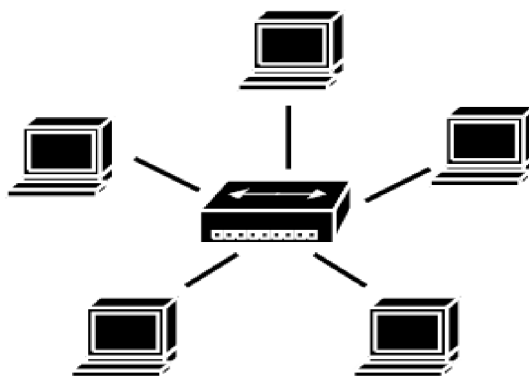
Obrázek 4: Topologie kruh

(Zdroj: [7])

Topologie hvězda (STAR)

Při zapojení do topologie hvězdy jsou všechna zařízení zapojena do jednoho centrálního bodu, přes který prochází veškerá komunikace. Tento centrální bod se označuje jako hub nebo switch. V dnešní době je topologie hvězda nejčastěji využívanou topologií. Také se velmi často kombinuje s ostatními topologiemi jak fyzickými, tak logickými. [3]

Topologie hvězdy má jednu výhodu oproti topologiím sběrnice nebo kruhu. Při poruše jednoho kabelu se vyřadí pouze jedna síťová stanice a lokalizace poruchy je podstatně jednodušší než u předešlých topologií, kde porucha vedení znamená poruchu celé sítě. [3]



Obrázek 5: Topologie hvězda
(Zdroj: [7])

2.3 Síťový model a architektura

Komunikace v počítačových sítích probíhá na základě několika fází. Těmito fázemi je otevření přenosu, přenos dat samotný a ukončení přenosu. Na základě těchto fází lze určit úlohy typické pro realizaci komunikace, které můžeme rozdělit do jednotlivých vrstev. Síťový model zahrnuje představu o počtu vrstev a o jejich úkolech. Síťová architektura oproti síťovému modelu obsahuje podrobnou představu o funkci jednotlivých vrstev, tj. komunikační protokol. Příkladem síťového modelu je referenční model ISO/OSI, příkladem architektury je síťová architektura TCP/IP.

2.3.1 Referenční model ISO/OSI

Vzhledem k tomu, že počítačové sítě zpočátku vyvíjelo více firem, působili sítě jako uzavřené a nekompatibilní systémy. Jejich hlavním účelem je však vzájemné propojení, a proto bylo potřeba stanovit pravidla pro přenos dat mezi v sítích i mezi nimi. Referenční model ISO/OSI rozdělil práci v síti do 7 vzájemně spolupracujících vrstev. [2]

Princip modelu spočívá v tom, že vyšší vrstva převezme úkol od vrstvy podřízené, zpracuje jej a předá dál vrstvě nadřazené. Vertikální spolupráci mezi vrstvami určuje výrobce sítě. Model ISO/OSI doporučuje, jak mají vrstvy mezi sebou spolupracovat na horizontální úrovni – dvě stejné vrstvy modelu mezi různými sítěmi musejí umět spolupracovat. Model v praktické práci se sítí příliš nevyužijeme, stal se však důležitým především pro výrobce síťových komponent.

Rozdělení vrstev referenčního modelu ISO/OSI je následující:

1. **Fyzická vrstva** – tato vrstva popisuje elektrické, optické, mechanické a funkční vlastnosti, tedy zajišťuje přenos bitů mezi odesílatelem a příjemcem prostřednictvím fyzické přenosové cesty. Určuje například jak bude reprezentována logická jednička, jak přijímací stanice rozezná začátek bitu nebo jaký je tvar konektoru. [2]
2. **Linková vrstva** – má za úkol uskutečnit přenos datových rámců po fyzickém médiu. Pracuje s fyzickými adresami síťových karet, odesílá a přijímá rámce, kontroluje cílové adresy přijatých rámců a určuje, jestli bude rámce odevzdán vyšší vrstvě. [2]
3. **Síťová vrstva** – zajišťuje přenos celých rámců mezi dvěma uzly, mezi kterými nevede přímé spojení. Je zodpovědná za volbu trasy při spojení mezi uzly. Tuto volbu nazýváme směrování (routing). [2]
4. **Transportní vrstva** – rozkládá přenášené zprávy na pakety a opětovně skládá přijaté pakety do zpráv. Vytváří iluzi, že každý uzel sítě má přímé spojení s kterýmkoli jiným uzlem sítě. [2]
5. **Relační vrstva** – úkolem této vrstvy je navazování spojení a ukončování spojení. Může také ověřovat uživatele a zabezpečovat přístup k zařízením. [2]
6. **Prezentační vrstva** – provádí potřebnou konverzi dat, přenášená data mohou mít v různých sítích různou podobu. Zajišťuje tak sjednocení formy přenášených údajů. Data může dále komprimovat případně i šifrovat. [2]
7. **Aplikační vrstva** – je určitá aplikace (např. okno v programu), která zpřístupňuje koncovým uživatelům síťové služby. Nabízí a zajišťuje přístup k souborům, tiskárnám, elektronickým zprávám včetně e-mailu nebo správu sítě. [2]

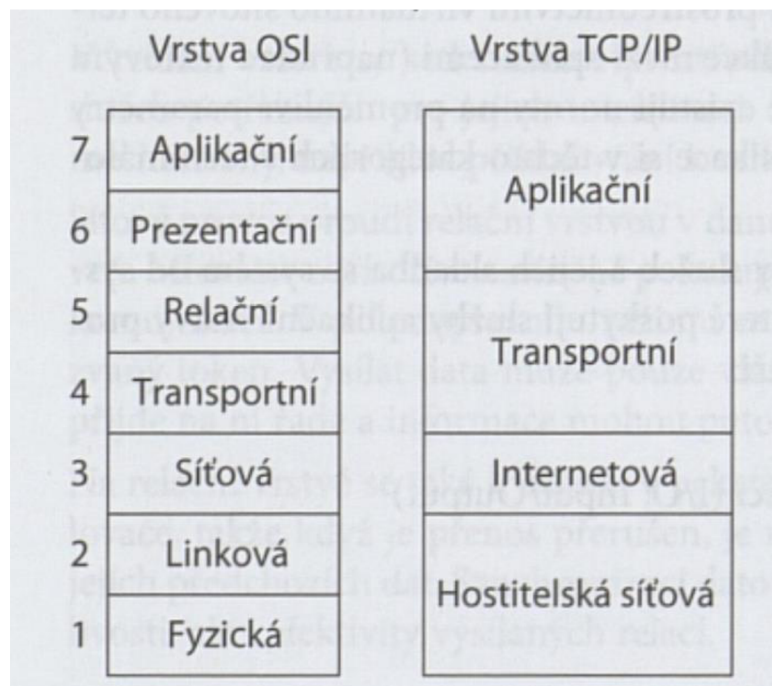


Obrázek 6: Referenční model ISO/OSI
(Zdroj: [2])

2.3.2 Architektura TCP/IP

TCP/IP je chápáno jako označení dvou přenosových protokolů používaných v počítačových sítích. Konkrétně Transmission Control Protocol a Internet Protocol, které se zabývají založením a fungováním spojení mezi systémy a definují formát paketu při přenosu sítí. Zkratku TCP/IP je však správnější považovat za ucelenou soustavu názorů o tom, jak by se počítačové sítě měly budovat, a jak by měly fungovat. Zahrnuje vlastní představu o tom, jak má být síťové vybavení členěno na jednotlivé vrstvy, a jaké úkoly mají tyto vrstvy plnit. V architektuře TCP/IP pro formát přenosu také protokol UDP, který na rozdíl od dříve zmíněných TCP/IP popisuje nespojovanou komunikaci. Protokoly TCP a UDP pracují na transportní vrstvě, protokol IP pracuje na úrovni síťové vrstvy. [4; 5]

Na rozdíl od referenčního modelu ISO/OSI rozeznává model TCP/IP čtyři komunikační vrstvy. Při srovnání těchto dvou modelů lze vidět, že 1. a 2. vrstvě modelu OSI



Obrázek 7: Srovnání modelu ISO/OSI a modelu TCP/IP

(Zdroj: [4])

koresponduje vrstva zvaná Hostitelská síťová vrstva modelu TCP/IP. Síťová vrstva modelu OSI odpovídá vrstvě Internetové v TCP/IP. V modelu TCP/IP se nevyskytují vrstvy relační a prezentační z modelu ISO/OSI. Srovnání je vidět na obrázku. [4]

Skupinu protokolů TCP/IP můžeme z funkčního hlediska rozdělit na tři vrstvy, které jsou reprezentované samostatnými protokoly:

Aplikační vrstva

Tato vrstva je tvořena množstvím protokolů, které spolupracují s jednotlivými aplikačními programy. Mezi nejznámější aplikační protokoly patří:

- **FTP (File Transfer Protocol)** – protokol používaný pro přenos souborů mezi stanicemi.
- **Telnet** – využívá se pro jednoduché terminálové relace např. vzdálený přístup na PC.
- **DNS** – Organizuje IP adresy s názvy počítačů v internetu.
- **Protocol HTTP** – používá se k organizaci WWW stránek a k pohybu mezi nimi.
- **SMTP** – Protokol zajišťující přenos zpráv mezi servery, využívá se především pro elektronickou poštu.

Transportní vrstva

Představuje jakési jádro soustavy TCP/IP tvořené dvěma protokoly TCP a UDP.

- **Protokol TCP (Transmission Control Protocol)** – Přebere data od aplikační vrstvy, rozdělí je na segmenty, očíslová a seřadí tak, jak mají být postupně odeslány. Před začátkem výměny dat zahájí relaci s odpovídající vrstvou protějščí stanice. Poté začne vysílat a potvrzovat jednotlivé datové segmenty.
- **Protokol UDP (User Datagram Protocol)** – UDP taktéž převezme data od aplikační vrstvy, sestaví z nich segmenty a předá je k odeslání síťové vrstvě. Na rozdíl od TCP nevytváří relaci s protějščí stanicí a nekontroluje, zda byly datagramy přijaty. Protokol UDP je jednodušší, ale méně spolehlivý.

Síťová vrstva

- **Protokol IP (Internet Protocol)** – Hlavním cílem protokolu je doručení jednotlivých datagramů k příjemci. Od nadřazených protokolů transportní vrstvy přijímá datové segmenty s požadavkem na odeslání. Jednotlivým segmentům připojí vlastní hlavičku a vytvoří tak datagram IP. V hlavičce je obsažena IP adresa příjemce a odesílatele. Provádí adresování a směrování datagramů mezi stanicemi. Protokol IP je nespojovaný a nespolehlivý, paket IP se tedy může

jednoduše ztratit, zpozdít, zdvojit nebo být doručen mimo pořadí. Transportní vrstva zajišťuje, aby se tyto chyby neděly.

2.3.3 Architektura Ethernet

Jednotlivé síťové prvky lze různě kombinovat (používání různých topologií, různém přístupové metody, různé kabely, různé aktivní prvky...). Aby se takto různě sestavené sítě spolu domluvily, byly přijaty normy – standardy, které definují základní požadavky na technické provedení sítí. Normalizaci provádí organizace IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). [2]

V modelu ISO/OSI Ethernet reprezentuje fyzickou a linkovou vrstvu. Mezi jeho základní znaky patří kolizní přístupová metoda CSMA/CD. Při stavbě ethernetové sítě je nutné dodržovat topologická pravidla, délku segmentů a celé sítě. Kolizní přístupová metoda předpokládá, že se signál v síti šíří nekonečně rychle. Každé vlnění se však reálně šíří konečnou rychlostí, a tak jsou stanoveny maximální vzdálenosti, při kterých CSMA/CD ještě bude fungovat. Vzdálenost závisí na elektrických vlastnostech kabelu a rychlosti přenosu dat. [2]

Značení Ethernetu má svá pravidla:

- První číslice vyjadřuje rychlost, se kterou standard pracuje.
- Slovo BASE popisuje signalizační metodu.
- Písmeno na konci popisuje typ kabelu: F je označení optického kabelu, T značí nestíněnou kroucenou dvojlinku. [2]

Ethernet pro 10Mb/s

Nejstarší dnes již nepoužívaný Ethernet jsou pravidla pro přenos rychlostí 10Mb/s – norma 10 Base. Tento Ethernet existoval v několika variantách:

- **10BASE-5 (tlustý Ethernet)** – Základem byl tlustý koaxiální kabel a sběrníková topologie. [2]
- **10BASE-2 (tenký Ethernet)** – Velmi rozšířený standard, který využíval tenký koaxiální kabel a sběrníkovou topologii. Stanice se připojovaly pomocí členů T, nebo EAD zásuvek. Délka kabelového segmentu mohla být maximálně 185 metrů, celá síť mohla mít 910 metrů. [2]

- **10BASE-T (kabeláž kroucenou dvojlinkou)** – Základem byla kroucená dvojlinka, HUN a topologie hvězda. Maximální délka kabelu mezi PC a HUB byla 100 m. [2]
- **10BASE-F (kabeláž optickým kabelem)** – Ethernetový předpis pro optické kabely obsahoval tři specifikace: pro připojování stanic, propojování stanic a HUBů a pro páteřní rozvody mezi budovami. [2]

Fast Ethernet pro rychlost 100 Mb/s

Fast Ethernet je dnes již jedna z nejrozšířenějších norem Ethernetu, který je definován ve třech variantách:

- **100BASE-TX** – Založený na kabeláži s nestíněnou kroucenou dvojlinkou 5. kategorie s využitím dvou párů. Možné je také použít stíněnou dvojlinku. Maximální délka segmentu může být 100 metrů. [2]
- **100BASE-FX** – Ethernet určený pro optické kabely. Délka segmentu může být až 412 metrů pro vícevidové kabely a poloviční duplex, nebo až 10 000 metrů pro jednovidový kabel a duplexní režim. [2]
- **100BASE-T4** – Starší norma využívající rozvody kroucené dvojlinky kategorie 3 a 4. V praxi se s ní téměř nesetkáme. [2]

Gigabitový Ethernet pro rychlost 1 000 Mb/s

Standard pro přenosové rychlosti 1 000 Mb/s pro využití s optickými kabely i kroucenou dvojlinkou. Je definován především pro optické kabely. [2]

1 000Base-X

Standard existuje ve dvou variantách, které se liší použitým světelným zdrojem:

- **1 000Base-SX** – Používá krátkovlnný světelný zdroj 850 nm. Tímto zdrojem může být laser nebo LED-dioda. Světlo je přenášeno levnými mnohovidovými optickými kabely. Používá se u kratších horizontálních tras nebo páteřních propojení. [2]
- **1 000Base-LX** – Přenáší světlo delších vln 1 310 nm. Světlo je generované laserovým zdrojem. Mohou se používat jak dražší jednovidové, tak i levnější jednovidové kabely. Může se využívat na překlenutí delších vzdáleností. [2]

1000Base-T

Tento standard definuje použití čtyřpárové kroucené dvojlinky 5. kategorie, testován a doporučen je však pro kategorii 5e. Liší se oproti se staršími Ethernety v tom, že využívá všechny 4 páry vodičů. [2]

10GB Ethernet

Norma nejrychlejšího ethernetu použitelná nejen v sítích LAN ale i v sítích MAN a WAN. Přenosová vzdálenost může být při použití jednovidového kabelu až 40 km. Existuje několik standardů, které se liší použitím kabelů, vlnovou délkou světelných paprsků a šířkou přenosového pásma:

- **10GBASE-SR** – Specifikovaný především pro krátké vzdálenosti od 26 do 82 m pro mnohovidový kabel. [2]
- **10GBASE-LX4** – S využitím mnohovidových kabelů může přenášet data od 240 do 300 metrů, při využití jednovidového kabelu až 10 km. [2]
- **10GBASE-LR a 10GBASE-ER** – Využívají jednovidových kabelů s přenosovou vzdáleností 10 až 40 km. [2]

2.4 Aktivní síťové prvky

Referenční model ISO/OSI popisuje představu o tom, co je nutné zajistit pro úspěšné fungování sítě. První tři vrstvy, které bezprostředně zajišťují komunikaci, musí vykonávat složité úkoly. Část z těchto úkolů je integrovaná do síťové karty, Data přenáší kabel, ale vybrat trasu, zkontrolovat správnost paketů nebo rozhodnout, do které sítě má paket projít či ne a mnoho dalších úkolů musejí provádět prvky vložené do kabeláže. Tyto prvky aktivně ovlivňují dění v síti, a proto se nazývají aktivními prvky. [2]

2.4.1 Opakovač (repeater)

Je to nejjednodušší aktivní prvek, který pouze opakuje (zesiluje) signál, který jím prochází. Konstrukce je poměrně jednoduchá, jedná se o krabičku se dvěma stejnými konektory. Používá se u příliš dlouhých kabelů, kde není signál dostatečně silný. Nejčastěji se vyskytuje u koaxiálních sítí. [2]

2.4.2 Převodník (transceiver, media convertor)

Převodník je podobný opakovači, ale navíc ještě při zesilování převádí signál z jednoho typu kabelu na jiný (např. z metalické kroucené dvojlinky na optický kabel). [2]

2.4.3 Rozbočovač, koncentrátor (hub)

Tento prvek byl nezbytný v sítích situovaných do hvězdicové topologie. Jeho základní funkcí je rozbočení signálu neboli větvení sítí. [2]

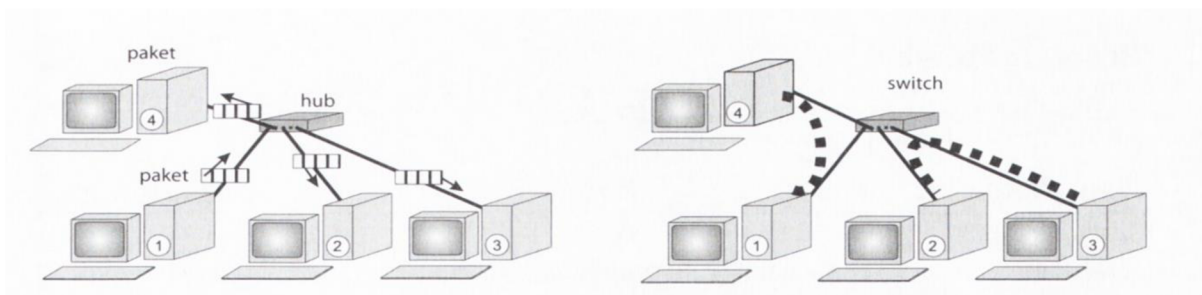
2.4.4 Most

Hlavním úkolem mostu je oddělení síťových segmentů. Je to inteligentní prvek, který se zajímá o přenášená data a plní dvě funkce:

- Filtrace paketů – Most si přečte cílovou adresu paketu, paket pak propustí pouze do části sítě, ve které je obsažen cíl paketu. Filtrování paketů snižuje zatížení sítě, protože pakety neputují do síťových segmentů, kam nepatří.
- Druhou funkcí mostu je schopnost propojit dvě sítě různých standardů. Pracuje totiž v linkové vrstvě referenčního modelu ISO/OSI proto jej fyzické odlišnosti sítě neovlivňují. [2]

2.4.5 Switch

Switche dnes nahradili rozbočovače nacházející se v centru všech sítí s hvězdicovou topologií. Jsou to vlastně takové mosty pro hvězdicovou topologii. Většina sítí pracuje podle normy Ethernet, pro který se využívá přístupová metoda CSMA-CD. Tato metoda postupně zahlcuje síť se stoupajícím počtem připojených stanic. Switch zahlcování výrazně eliminuje, protože odděluje komunikující stanice od zbytku sítě. Vytvoří v podstatě virtuální okruh mezi komunikujícími stanicemi. Na obrázku je vidět rozdíl mezi hubem a switchem. [2]



Obrázek 8: Princip switche

(Zdroj: [2])

2.4.6 Router

Směrovač neboli router je zatím nejinteligentnějším aktivním síťovým prvkem. Router pracuje na úrovni síťové vrstvy referenčního modelu ISO/OSI. Shromažďuje informace o připojených sítích a potom vybírá nejvhodnější cestu pro poslání paketu. Obsahuje funkci filtrování paketů, kterou doplňuje funkce inteligentního směrování. Používá se především při připojování sítí k internetu. [2]

2.4.7 Access Point

Přístupový bod (Access Point) je základním prvkem bezdrátové sítě. Zprostředkovává spojení mezi bezdrátovými koncovými body a serverem, který bývá umístěný v metalické síti LAN. Access Point obsahuje dvě části, rádiovou (vysílač/přijímač) a část kabelovou (zdířky RJ-45). Vlastní provedení access pointů se liší podle jednotlivých výrobců, mohou do nich být integrovány funkce mostu nebo routeru. Někteří výrobci také nabízejí napájení access pointů pomocí kroucené dvojlinky tzv. PoE. Výhodou je, že se k přístupovému bodu nemusí táhnout dvě vedení. [2]

2.5 Komunikační infrastruktura

Komunikační infrastruktura je množina prostředků zajišťujících komunikaci jednotlivých komunikačních systémů a jejich subsystémů. Fyzicky se jedná o kabelážní systémy, které jsou tvořeny kabely, konektory, připojovacími kabely, rozvaděči, kabelovými trasami a u bezdrátových sítí i prostorem. Dále sem patří aktivní prvky. [6]

2.5.1 Kabelážní systém

Kabelážní systémy můžeme rozdělit na dvě skupiny:

- **Jednouúčelové** – Aplikačně zaměřené systémy např. koaxiální počítačové sítě, TV/R rozvody, telefonní rozvody či různá průmyslová rozhraní. [6]
- **Univerzální** – Zaměřené na větší aplikační množinu, než je jen jeden typ přenosu. V současnosti je takové technické řešení kabeláže nazýváno strukturovaná kabeláž nebo multimediální strukturovaná kabeláž. Takové řešení je univerzální a umožňuje propojit téměř cokoliv s čímkoliv. [6]

2.5.2 Normy

Normy komunikační infrastruktury se dělí na několik úrovní. Nejvýše leží normy mezinárodní, které se dělí na americké a evropské. Normy evropské jsou pak ještě rozděleny na normy národní. Při návrhu komunikační infrastruktury budu dbát na několik národních a evropských norem:

- **ČSN EN 50173-1** – univerzální kabelážní systémy – všeobecné požadavky [6]
- **ČSN EN 50173-2** – univerzální kabelážní systémy – kancelářské prostory [6]
- **ČSN EN 50174-1** – instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kvality [6]
- **ČSN EN 50174-2** – instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách [6]

2.5.3 Základní pojmy

Pro správnou komunikaci týkající se strukturovaných kabelážních systému a strukturovaných multimediálních kabelážních systémů je potřebné znát a pochopit několik základních pojmů:

- **Kategorie** – Klasifikace linky a kanálu hodnotící parametry materiálu bez ohledu na lidský faktor, např. Cat.3, 4, 5. Rozlišovacím kritériem je kmitočet udávaný v MHz. [6]

- **Třída** – Klasifikace aplikací sítí, např. třída A, B, C, D. Základním rozlišovacím kritériem je kmitočet udávaný v MHz. Na rozdíl oproti kategorii třída hodnotí parametry nainstalovaného prvku včetně způsobu a preciznosti instalace. [6]
- **Linka** – Propojuje konektory mezi přepojovacím panelem a datovou zásuvkou. Maximální délka linky může být 90 metrů, přičemž se myslí délka elektrického vedení a ne kabelu. Vodičem je drát. [6]
- **Kanál** – Je tvořen linkou a pracovním vedením – propojovací kabel zařízení v datovém rozvaděči a připojovací kabel pracoviště. Maximální délka kanálu je 100 metrů, opět je myšlena délka elektrického myšlení a ne kabelu. [6]

2.5.4 Prvky konektivity kabeláže

Tyto prvky slouží k ukončení tras kabeláže. Mezi tyto prvky patří:

- **Port** – konektor v datové zásuvce, přepojovacím panelu nebo aktivním prvku. Jack (female) se většinou používá v zařízení a Plug (male) se většinou používá na připojovacím kabelu. [6]
- **Přepojovací panely** – panely jsou zakončeny na obou stranách potřebným typem konektoru. [6]
- **Různé typy konektorů**

Prvky mohou být integrované nebo modulární. Integrované prvky mají pevné osazení portů, a naopak modulární se skládají z různých komunikačních modulů s možností výměny. [6]

2.5.5 Prvky organizace kabeláže

Prvky organizace kabeláže se hojně využívají především v datových rozvaděcích, kde se hromadí velké množství kabelů, portů a různých prvků u kterých je potřeba mít přehledný a organizovaný systém.

Datové rozvaděče brání zařízení a kabeláž umístěnou uvnitř před možným zneužitím nebo poškozením. Vnitřní montážní výška datových rozvaděčů je udávána v jednotkách UNIT (1U = 44,45mm). Montážní šířka je udávána v palcích (1" = 25,4mm). Datové rozvaděče se vyrábí v mnoha provedeních. Dělí se podle umístění (stojanové, nástěnné), provedení (uzavřené, otevřené), konstrukce (svařované, nýtované, šroubované),

mechanické odolnosti, způsobu ventilace atd. Všechny typy rozvaděčů musí být uzemněny.

2.5.6 Prvky vedení kabeláže

Trasy kabeláže můžeme rozdělit na páteřní trasy areálu, páteřní trasy budovy, a trasy horizontální sekce. Technické řešení se liší v závislosti na uvedené trase. [6]

- **Páteřní trasa areálu** – Trasy mohou být uloženy v kolektorech na nosných lávkách, v HDPE chráničkách nebo i volně. Dále mohou být trasy uloženy ve výkopech v HDEP chráničkách. [6]
- **Páteřní trasy budovy** – Řešení tras úzce souvisí s konstrukcí jednotlivých budov. Kabelové trasy v budovách mohou být řešeny na kabelových lávkách, v plastových nebo kovových žlabech, v drátěných nosných systémech, v závěsech v mezistropěch atd. [6]
- **Trasy horizontální sekce** – Podobně jako u páteřních tras se bude řešení lišit v souvislosti s konstrukcí jednotlivých budov. Opět může být využito kovových nebo drátěných žlabů, zdvojených stropů či podlah, parapetních žlabů či lišt atd. [6]

2.5.7 Prvky značení kabeláže

Požadavky na značení prvků systému poprvé vzešly z americké normy a následně byly promítnuty do norem evropských řady EN 50174. Systém značení navrhuje projektant při zpracování projektu. Tímto značením se musí řídit instalační technik, který do dokumentace zaznamenává skutečné provedení a případné změny. Značení musí být uvedeno v kabelových tabulkách, výkresové dokumentaci a osazení zásuvek. Značení dělíme na 3 typy: Identifikační (popisuje jednotlivé prvky), informační (informuje o důležitých skutečnostech), výstražné (varuje před možným nebezpečím). Při značení prvků můžeme vytvořit dva typy identifikačního kódu:

- **Přímý** – O.PP.MMM.ZZ.X, kdy jednotlivé pozice zastupují číslo objektu – O, číslo podlaží – PP, číslo místnosti – MMM, číslo zásuvky – ZZ, číslo portu – X.

- **Reverzní** – RPXX, kdy jednotlivé pozice znamenají označení datového rozvaděče – R, označení patch panelu – P, číslo portu patch panelu – XX. [6]

2.6 Přenosová prostředí

Přenosové prostředí je libovolné prostředí, kterým se může šířit signál. Při realizaci komunikační infrastruktury mohou využít například metalický kabel, optický kabel a pro WiFi i samotný prostor.

Metalické kabely přenášejí signál ve formě elektrického vedení přes měděný vodič. Optické kabely využívají světelných impulzů s různou vlnovou délkou pro přenos zakódovaných informací.

2.6.1 Kroucené páry (Twisted pair cable)

Tento kabel je odvozen od telefonního kabelu a dnes je nejrozšířenějším metalickým vodičem v sítích LAN. Kabel se skládá z 8 vodičů, které tvoří 4 páry. Elektrický signál přenášený vodiči je náchylný na rušení, které vzniká vzájemným působením vodičů. Ochranou proti takovému rušení je právě „kroucení“ vodičů, kdy vodiče tvořící jeden pár jsou navzájem zkrouceny a pravidelně tak střídají svoji vzájemnou polohu. Jednotlivé páry jsou také vzájemně překrouceny, a tím je minimalizováno ovlivňování jednoho vodiče druhým. [2]

Kabely dělíme podle vlastností na kategorie, které jsou uvedené v následující tabulce.

Tabulka 1: Kategorie kabelů

(Zdroj: [8])

KATEGORIE	TŘÍDA	KMITOČET	10baseT	100baseT	1000baseT	10 GbaseT	do 100 Gbit	Konektor	UTP	STP
Kategorie 1		1 MHz								
Kategorie 2		4 MHz								
Kategorie 3		16 MHz	100 m							
Kategorie 4		20 MHz	100 m							
Kategorie 5		100 MHz	100 m	100 m				RJ 45	ano	ano
Kategorie 5e	D	100 MHz	100 m	100 m	100 m	N/A		RJ 45	ano	ano
Kategorie 6	E	250 MHz	100 m	100 m	100 m	37 - 55 m		RJ 45	ano	ano
Kategorie 6a	E _A	500 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		RJ 45	ano	ano
Kategorie 6A		500 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		RJ 45	ano	ano
Kategorie 7	F	600 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		GG45 - Tera	ne	ano
Kategorie 7a	F _A	1000 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		GG45 - Tera	ne	ano
Kategorie 8	I - II	do 2000 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m			ne	ano

Kroucené páry můžeme nalézt ve třech provedení:

- **UTP (Unshielded Twisted Pair) - Nestíněná kroucená dvojlinka** – Nejpoužívanější vodič v kabeláži sítí LAN. Páry jsou vloženy do vnější plastické izolace. [2]
- **STP (Shielded Twisted Pair) - Stíněná kroucená dvojlinka** – od UTP se liší kovovým opletením – stíněním, které zvyšuje ochranu proti vnějšímu rušení. Stíněn může být každý pár kabelu nebo pouze plášť kabelu. [2]
- **FTP (Foiled Twisted Pair)** – podobné jako u STP, stínění je zde provedeno fólií. [2]

2.6.2 Optické kabely

Optický kabel je založený na principu odrazu světla. Data jsou přenášena světelnými impulzy ve světlovodivých optických vláknech. Základním prvkem kabelu je tedy optické vlákno vložené do sekundární ochranné vrstvy, která zabraňuje mikroohybům a makroohybům. Vlákna v kabelu jsou minimálně dvě, pro každý směr jedno. Běžně se v kabelu vyskytuje i několik párů světelných vláken. Vše je uloženo v plastovém vnějším krytu. [2]



Obrázek 2: Řez optickým kabelem

(Zdroj: [2])

Podle jejich konstrukce dělíme optická vlákna na dva druhy vláken:

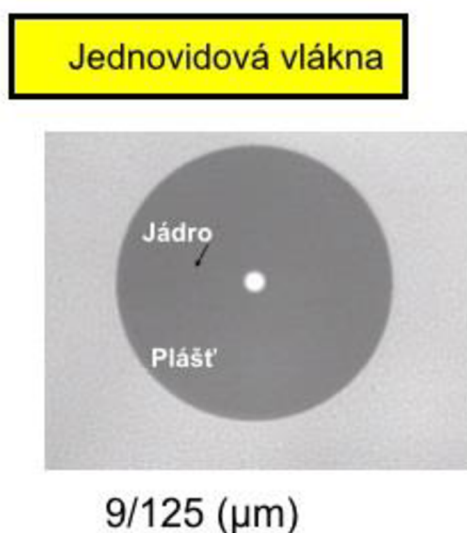
- **Mnohovidové (MMF – Multi Mode Fiber)** – Mají horší optické vlastnosti, protože dochází k lomům vedeného paprsku. Světlo se rozpadá na několik částí –

vidů. Tyto vidy dorazí na konec vlákna v různém čase a zapříčiní zkreslení signálu. Výhodou je, že mnohovidové kabely jsou levnější, avšak dostačující pro většinu sítí LAN. Zdrojem světla je dioda LED. [2]



Obrázek 4: Mnohovidová vlákna

(Zdroj: [8])

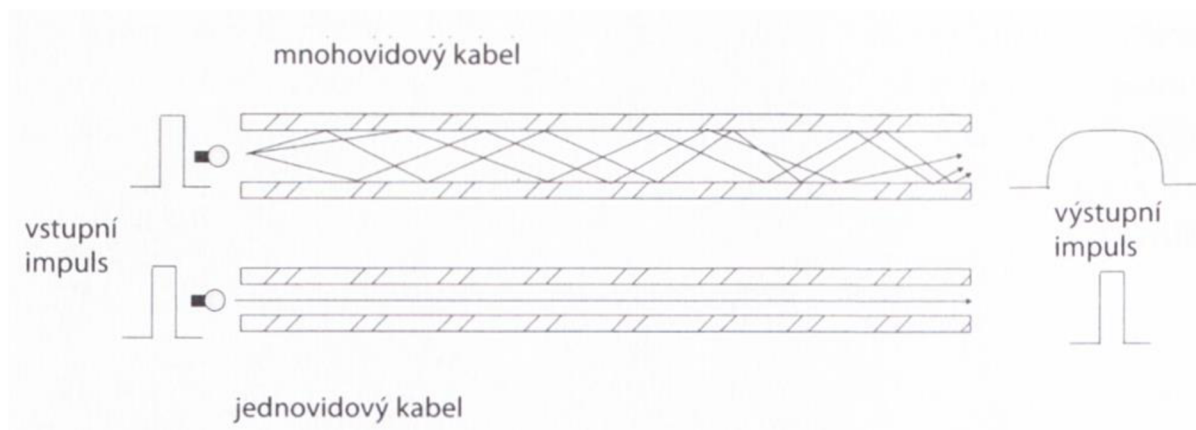


Obrázek 3: Jednovidová vlákna

(Zdroj: [8])

- **Jednovidové (SMF – Single Mode Fiber)** – V těchto vláknech je index lomu mezi jádrem a pláštěm optického vlákna velmi malý a konstantní. Kabelem prochází pouze jeden paprsek. Jednovidové kabely jsou dražší, avšak oproti mnohovidovým mají lepší optické vlastnosti, vyšší přenosovou kapacitu a mohou přenášet signál na delší vzdálenost. Využívají je především telekomunikační firmy. Zdrojem světla je laser. [2]

Rozdílný přenos signálu mnohovidovým a jednovidovým optickým vláknem je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 5: Přenos signálu jednovidovým a mnohovidovým vláknem
(Zdroj: [2])

2.7 WiFi (Wireless Fidelity)

Jak jsem již zmínil výše, signály se také mohou šířit prostorem (vzduchem) jako elektromagnetické vlnění, které nahrazuje metalické kabely. Elektromagnetické vlny se podobně jako světlo liší svojí vlnovou délkou a frekvencí, a jsou velmi široce užívaným přenosovým médiem. Využívají se například pro televizní, rozhlasové či telekomunikační signály. Abychom od sebe jednotlivé přenosové linky oddělili musím pro každou z nich využít jinou frekvenci. Volných frekvencí je však málo, a tak na bezdrátové síti zbyla frekvenční pásma nelicencované frekvence 2,4 GHz a frekvence 5 GHz. Provoz v pásmu 5 GHz je však regulován pravidly Českého telekomunikačního úřadu (ČTÚ). [2]

2.7.1 Bezdrátové síť

Bezdrátové síť můžeme rozdělit podobně jako metalické či optické síť podle jejich velikosti obecně na WPAN, WMAN, WPAN. Při vývoji takových bezdrátových sítí bylo potřeba přijmout jisté normy, které by zajistili vzájemnou spolupráci sítí. Aliance WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) stanovila požadavky na zařízení a zajistila vzájemnou kompatibilitu. Při splnění těchto požadavků obdrží výrobek certifikát WiFi, který potvrzuje kompatibilitu s ostatními výrobci. Pro bezdrátové síť LAN existuje několik standardů podobně jako u Ethernetu:

- **802.11a** – Tento standard umožňuje rychlost přenosu až 54 Mb/s při využití frekvenčního pásma 5 GHz. [2]
- **802.11b** – Využívá frekvenční pásmo 2,4 GHz a umožňuje rychlost až 11 Mb/s. [2]
- **802.11g** – Pracuje v pásmu 2,4 GHz a umožňuje rychlost až 54 Mb/s, navíc je zpětně kompatibilní se staršími a pomalejšími standardy. [2]
- **802.11n** – Pracuje v pásmu 2,4 GHz, umožňuje rychlost až 300 Mb/s. [7]
- **802.11ac** – Umožňuje využití pásem 2,4 GHz a 5 GHz. V pásmu 2,4 GHz dosahuje rychlosti až 450 Mb/s a v pásmu 5 GHz dosahuje rychlosti až 1 300 Mb/s. Je zpětně kompatibilní se standardy 802.11b/g/n. [7]

2.7.2 Provedení prvků bezdrátové sítě

Bezdrátové sítě také můžeme rozdělit podle provedení prvků jejich komunikací mezi sebou. [2]

Ad hoc

Provedení, ve kterém jsou jednotlivé počítače k sobě připojeny přímo. Každý počítač komunikuje s jiným počítačem na stejné úrovni, všichni jsou si rovni. Podstatnou výhodou je rychlá instalace a nízká cena. Umožňuje sdílení souborů a internetu, tisk přes síť a další věci běžné pro klasické sítě LAN. Nevýhodou je nebezpečné a těžko zajištěné připojení, při kterém musí být všichni účastníci v dosahu. [2]

Infrastrukturní mód

Toto provedení je založeno na přístupovém bodu – Access Point (AP). Přístupový bod pracuje jako prostředník, který umožňuje připojení klientům k síti. Při použití AP je možné filtrovat a kontrolovat provoz či zpřístupnit síť různým klientům. Veškeré datové toky jsou směřovány na AP a spojení je tak mnohem bezpečnější. [2]

3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V této kapitole diplomové práce vycházím z analýzy současného stavu, teoretických východisek, a také požadavků vedení základní školy na funkčnost a spolehlivost počítačové sítě. Nejprve se budu zabývat návrhem technologie, umístěním aktivních prvků, návrhem topologie a tras kabeláže. Na závěr kapitoly celý projekt zhodnotím z ekonomického hlediska.

3.1 Návrh technologie

Při výběru technologie, která bude využita na novou počítačovou síť, vycházím z již používané technologie MikroTik. Tato technologie se využívá i pro nynější bezdrátovou síť. Škola využívá Access Pointy (dále jen AP) s názvem cAP, které jsou schopné pracovat ve frekvenčním pásmu 2,4 GHz a ve frekvenčním pásmu 5 GHz se standardem 802.11b/g/n.

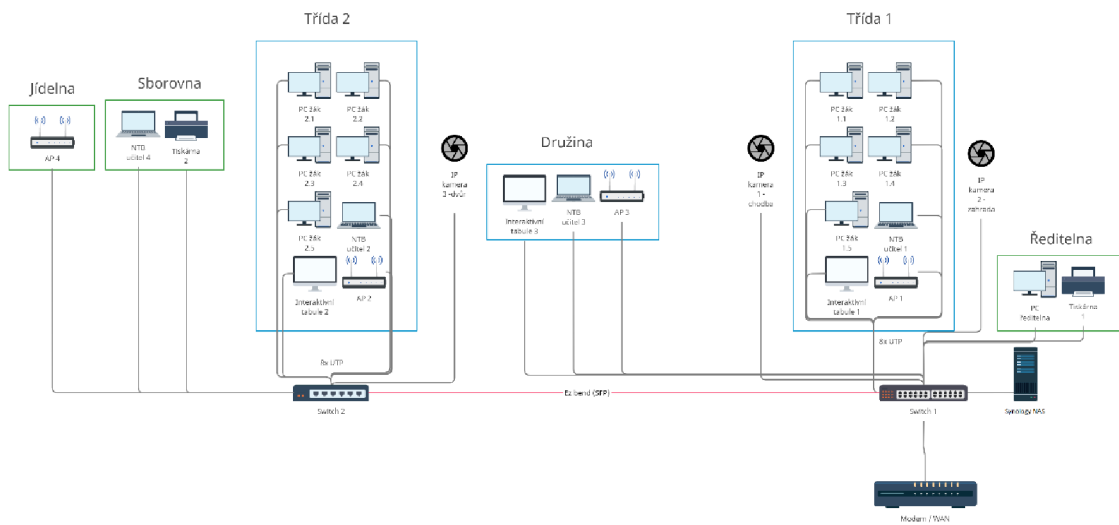
3.2 Návrh funkčnosti

Pro zajištění spolehlivé a kvalitní bezdrátové sítě musí AP umět pracovat s funkcí roaming, takže při pohybu po celé budově školy nebudou uživatelé stále odpojování a připojování k jednotlivým AP. Dále je také potřeba pracovat s SSID, které bude využito při rozdělení bezdrátové sítě pro učitele a žáky. Aby byla síť dostatečně bezpečná, zvolím takovou technologii, která dokáže pracovat se zabezpečením typu WPA2.

3.3 Návrh topologie

Centrální switch a Synology NAS (Network Attached Storage) budou umístěny v rozvaděči u stropu v ředitelně. Páteřní sekce bude tvořena optickým kabelem, který povede do lokálního switchu umístěného ve 2. třídě.

Horizontální sekci propojím pomocí metalických kabelů s konektory RJ45. V každé třídě a družině budou vytvořeny zásuvky v blízkosti učitelských stolů a také v zadní části třídy, kde se nachází počítače určené pro žáky. Dále se zde také budou nacházet access pointy rozmístěné tak, aby poskytovaly spolehlivou bezdrátovou síť ve všech místnostech využívaných žáky a učiteli. Pro zvýšení bezpečnosti pro žáky školy budou zavedeny IP kamery namířené na vchodové dveře, dveře do dvora a na zahradu. Použití IP kamer je podmíněno informovaným souhlasem zákonných zástupců žáků. Páteřní i horizontální sekce budou zapojeny do topologie hvězda. Pro přehledné zobrazení zapojení počítačové sítě uvádím zjednodušené schéma.



Obrázek 6: Návrh zapojení počítačové sítě

(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.4 Výběr aktivních prvků

Vzhledem k velkému množství zařízení, které se ve škole nachází, s možností budoucího rozšíření o další, jsem budovu školy rozdělil na dvě části. Rozvaděč se switchem 1 a Synology NAS se nachází v ředitelně a zajišťuje připojení zařízení nacházejících se ve stejné místnosti, třídě č. 1, družině a IP kamer na chodbě a na zahradě. Switch 1 je propojený se switchem 2 pomocí optického kabelu zakončeného konektorem SC. Switch 2 se nachází ve třídě č. 2 a zajišťuje propojení aktivních prvků v téže místnosti, jídelně, sborovně a IP kamery na dvoře.

3.4.1 Switch

Vzhledem k tomu, že modem od poskytovatele internetového připojení pracuje zároveň také jako router zvolím model switchu CRS326-24G-2S+RM od výrobce mikrotik, který disponuje těmito funkcemi:

- Forwarding
- Spanning Tree Protocol
- Link Aggregation
- Multicast Forwarding
- Mirroring
- VLAN
- Security
- QoS
- ACL

Výčet funkcí je pro toto řešení dostačující, důležitá je podpora VLAN, protože budou vytvořeny oddělené virtuální sítě pro učitele, žáky a hosty.



Obrázek 7: Switch CRS326-24G-2S+RM

(Zdroj: [9])

3.4.2 Access Point

Základní škola se momentálně potýká s nedostatečným pokrytím bezdrátové sítě, což má za důsledek neustálé odpojování od přístupových bodů nebo nemožnost připojit se do sítě. Pro vyřešení tohoto problému zvýším počet přístupových bodů a optimalizuji jejich rozmístění na základě analýzy pomocí programu Fortiplanner 2.

Škola aktuálně využívá access pointy od výrobce MikroTik model cAP ac, které disponují těmito funkcemi:

- Dual radio 2,4 GHz + 5 GHz 802.11a/b/g/n/ac
- 1000baseT PoE input port + passive PoE output port
- Virtual LAN support
- Virtual AP
- WEP, WPA, WPA2
- ACL
- Wireless client roaming

Jednotlivé access pointy budou vždy umístěny u stropu na stěnách a podle simulace by měly poskytovat dostatečné pokrytí ve frekvenčních pásmech 2,4GHz i 5GHz. Důležitou vlastností je podpora wireless client roaming, což umožní pohyb po budově školy bez neustálého odpojování a připojování k přístupovým bodům. Další důležitá funkce je

Virtual LAN support a Virtual AP, která umožní vytvoření více SSID a oddělení jednotlivých segmentů sítě pro učitele, žáky a hosty.



Obrázek 8: Access Point cAP ac

(Zdroj: [10])

3.4.3 IP kamera

Pro zajištění bezpečnosti žáků navštěvujících základní školu a také k zabránění neoprávněného vstupu do komplexu navrhuji dát na důležitá místa v komplexu školy bezpečnostní IP kamery se senzorem pohybu. Pro kvalitní zajištění bezpečnostních opatření jsem zvolil model HWI-D141H od dodavatele HIKVISION. Tento model disponuje následujícími funkcemi:

- Rozlišení videa 2560 x 1440 při rychlosti 20 snímků za sekundu
- IP67, IK10 – umožňuje použití vně budov a chrání proti mechanickému poškození.
- Podporuje napájení pomocí PoE
- Obsahuje infračervené noční vidění na vzdálenost až 30 metrů
- Zorný úhel 100 °
- Upload na FTP server

Díky podpoře napájení pomocí PoE je možné vytvořit trasu pomocí UTP kabelu a jednotlivé kamery umístit kamkoliv nezávisle na trasách elektrického vedení, což velmi usnadní práci při realizaci projektu.

3.4.4 Synology NAS

Vzhledem k tomu, že učitelé i žáci mají vytvořené účty v cloudovém prostředí Microsoft Azure, mají možnost využívat také službu Azure Active Directory. Tato služba umožňuje jednotné přihlašování pro přístup k aplikacím odkudkoli. Zařízení Synology NAS umí spolupracovat se službou Azure Active Directory, která zjednodušuje správu uživatelských účtů a poskytuje dostatečné zabezpečení. V rámci tohoto projektu jsem zvolil model Synology RS820+, který umožňuje připojení až 4 pevných disků a zajišťuje sdílení souborů, nahrávání z IP kamer i cloud server. Produkt je dodáván s 2 GB systémové paměti RAM, kterou je možné rozšířit až na 18 GB.



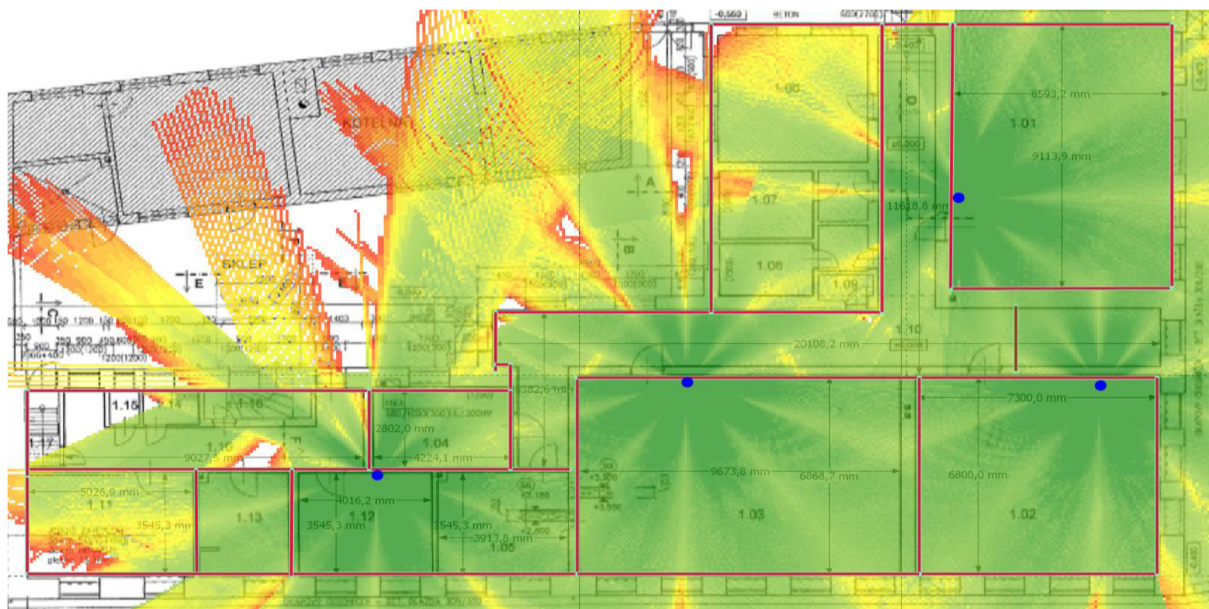
Obrázek 9: Synology RS820+

(Zdroj: [29])

3.5 Umístění aktivních prvků

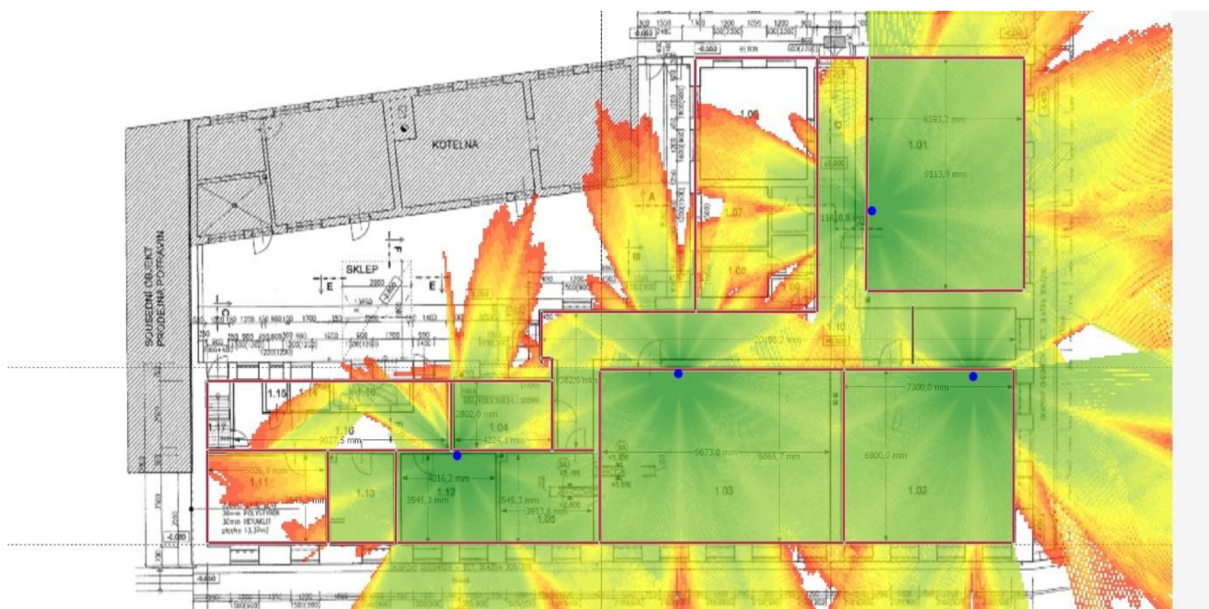
Schéma rozmístění aktivních prvků a přípojných míst společně se znázorněným vedením kabelových tras je umístěno v Příloha č. 1: Návrh kabelových tras v budově základní školy. Hlavní switch se Synology NAS a modemem jsou umístěny v bezpečně uzavíratelném skříňovém racku, který je u stropu připevněný na stěnu. Lokální switch se nachází ve 2. třídě také umístěný v bezpečně uzavřeném racku pověšeném u stropu místnosti. Rozmístění IP kamer je situováno tak, aby se zabránilo neoprávněnému vniknutí na pozemek a do prostorů budovy školy. Abych zajistil optimální pokrytí školy bezdrátovou sítí, využil jsem plánovací software Fortiplanner 2, ve kterém jsem hledal nejlepší umístění jednotlivých Access Pointů pro optimální pokrytí celé budovy signálem. Na následujících obrázcích ze softwaru Fortiplanner 2 můžeme vidět pokrytí budovy školy signálem wifi ve frekvenčním pásmu 2,4 GHz a 5 GHz. V místech, která jsou zbarvená zeleně dosahuje síla signálu -30 dBm až -60 dBm, ve žlutých až oranžových

místech pak dosahuje síla signálu -61 dBm až -75 dBm. Na nezabarvená místa signál nedosáhne, avšak nejedná se o prostory, které by pokrytí bezdrátovou sítí vyžadovaly. Převážně se jedná o skladové prostory nebo úklidové místnosti. Síla signálu pohybující se od -30 dBm až -75 dBm je dostatečná na to, aby uživatelé připojení k této síti dosahovali přenosové rychlosti 11 Mbit/s, což je pro toto řešení dostačující.



Obrázek 10: Pokrytí signálem 2,4 GHz

(Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 11: Pokrytí signálem 5 GHz

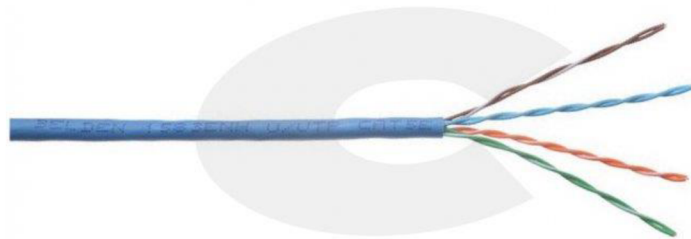
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.6 Kabeláž

V této kapitole se věnuji volbě metalických a optických kabelů, které jsou vyrobeny z materiálů vhodných pro umístění uvnitř budov. Popisují také volbu ukončení jednotlivých kabelů pomocí konektorů, modulů a svárů.

3.6.1 Metalické kabely

Propojení aktivních prvků bude tvořeno metalickými a optickými kabely. Proto jsem vybral takové kabely, které odpovídají náročnosti projektované sítě. Pro horizontální sekci tvořenou metalickými kabely jsem zvolil UTP kabel kategorie 5e od výrobce Belden. Tento typ kabelu umožňuje šířku pásma až 100MHz, která je pro tento projekt dostačující. Typ vodiče je drát, jelikož budou aktivní prvky a zásuvky umístěné na pevně určených místech a nepředpokládá se jakákoliv budoucí manipulace. Kabel disponuje pláštěm typu LSZH a je ohodnocen třídou reakce na oheň Dca, proto je možné jej umístit do budovy základní školy. Všechny metalické kabely budou zakončeny konektory RJ45.



Obrázek 12: UTP Cat 5e LSZH

(Zdroj: [11])

3.6.2 Optické kabely

Optický kabel propojuje centrální switch s optickým rozváděčem a lokálním switchem, které se nachází v jednotlivých třídách. Propojení centrálního switche s optickým rozváděčem bude realizováno pomocí patchcordů, typ G.657.B3. 9/125, SC/APC-

SC/APC, simplex, 1 m, bílý. Optický rozváděč řady 600 B umožňuje zakončení až 24 vláken optických kabelů při osazení předního panelu pro SC konektory. Pro propojení optického rozváděče s lokálním switchem bude využit pigtail SC/APC 9/125 2 m, G657A, těsná ochrana, na které bude navařen propoj realizovaný optickým kabelem EZ-Bend 3,0 mm EasyStrip zakončeným v účastnické optické zásuvce typu 8686. Propoj z univerzální optické zásuvky do lokálního switche bude realizován zesíleným pigtailem s 4 mm kabelem s vláknem dle specifikace ITU-T G.657.B2 zakončeným konektorem SC/APC. Veškeré provedené sváry budou chráněny předsmrštěnou ochranou sváru, 40 mm, 2,5 mm.



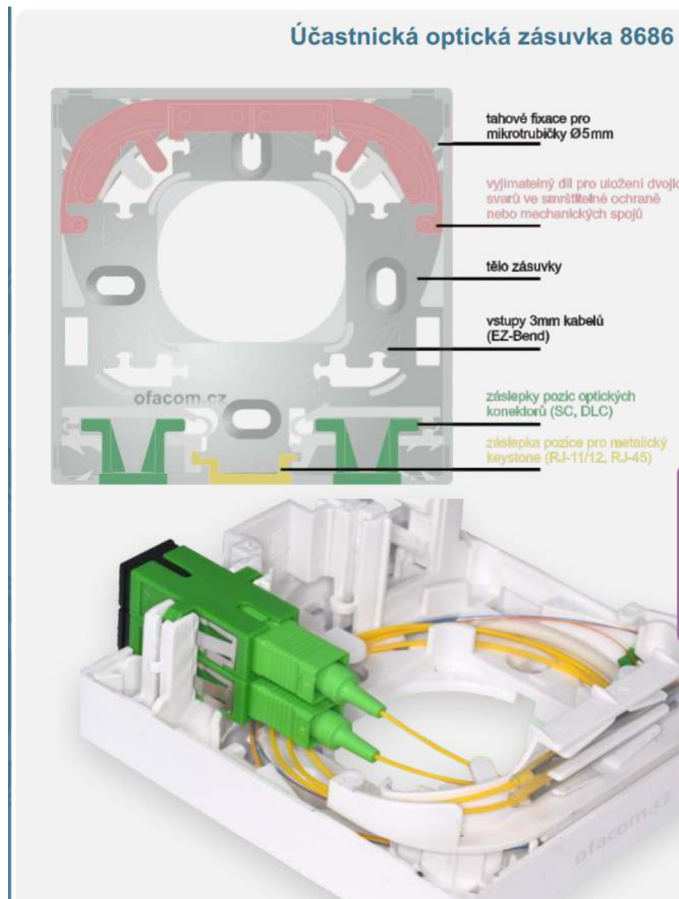
Obrázek 15: Pigtail SC/APC 9/125 2 m, G657A, těsná ochrana
(Zdroj: [12])



Obrázek 14: Patch cord, flexibilní vlákno G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1 m, bílý
(Zdroj: [13])



Obrázek 13: EZ-Bend 3,0 mm EasyStrip
(Zdroj: [14])



Obrázek 18: Účastnická optická zásuvka 8686
(Zdroj: [15])



Obrázek 17: Zesílený pigtail, ø4 mm
(Zdroj: [16])



Obrázek 16: Předsmrštěná ochrana sváru, 40 mm, 2,5 mm
(Zdroj: [17])

SFP modul

Zvolený model switchů umožňuje propojení pomocí optických kabelů, které musí zakončením odpovídat příslušnému portu, v tomto případě se jedná o SFP port. Zvolený optický kabel je zakončený SC konektorem, který lze zasadit do Maxlink SFP optický modul ML-S5531-20-SC, který pracuje s vlnovou délkou 1550/1310 nm. Obsahuje jeden SC konektor pro spojení až na vzdálenost 20 kilometrů a umožňuje přenosovou rychlost až 1 Gbps.



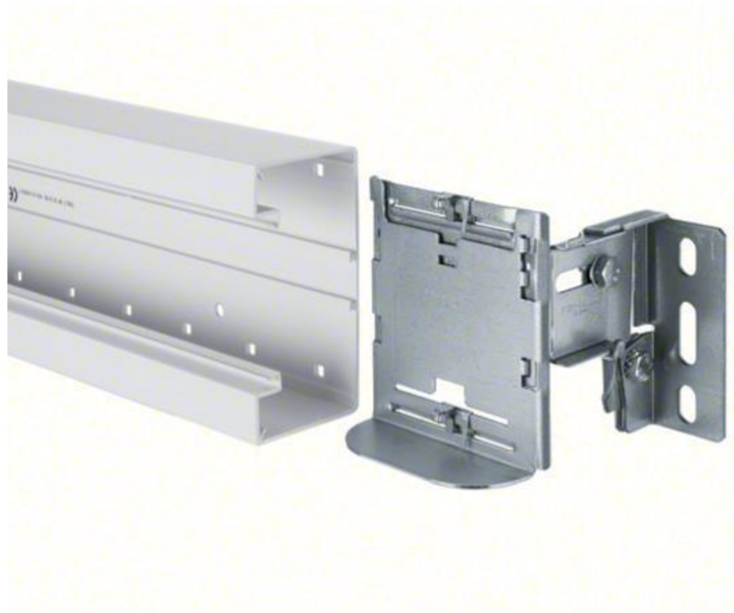
Obrázek 19: SFP modul ML-S5531-20-SC

(Zdroj: [18])

3.7 Prvky vedení kabeláže

Pro tento projekt jsem vybral nenáročné a estetické řešení v podobě plastových parapetních kanálů od společnosti Hager. Toto řešení poskytuje dostatečný prostor pro uložení kabelů a možnost doplnění tras o silnoproudé zásuvky a vypínače. Pokud v budoucnu nastane potřeba přesunout připojená zařízení nebo přidat další, lze přidat další kabely, a jednoduše manipulovat se zásuvkami i kabely a upravovat tak pozice přípojných míst.

Vybraný model tehalit.BRHP Parapetní kanál PC/ABS, bezhalogenový splňuje bezpečností podmínky pro instalaci uvnitř budov a umožňuje i montáž na zeď. Do parapetního kanálu lze instalovat jakékoliv hranaté zásuvky či přístroje.



**Obrázek 20:tehalit.BRHP parapetní kanál PC/ABS,
bezhalogenový**
(Zdroj: [19])

Protože se některá zařízení nacházejí i uprostřed místností a jiných prostor, kde se parapetní kanály nehodí, zvolil jsem pro vedení kabelů hranaté bezhalogenové lišty od dodavatele Kopos. Rozměry lišty jsou 20x10 mm a dodávají se ve dvoumetrovém provedení. Díky bezhalogenovému materiálu jsou vhodné pro umístění do vnitřních prostor budov.



**Obrázek 21: hranatá bezhalogenová
lišta Kopos**
(Zdroj: [20])

Pro vedení na půdě budovy budou využity bezhalogenové tuhé hrdlované trubky také od dodavatele Kopos.



Obrázek 22: Bezhalogenová hrdlová trubka Kopos

(Zdroj: [21])

3.8 Spojovací prvky

Spojovací prvky slouží k ukončení linek vedení. V rámci mého projektu se jedná o přepojovací panely, zásuvky a konektory. Přepojovací panel, zásuvka i konektor budou využívat způsob uchycení MiniCom.

3.8.1 Datové zásuvky

Datové zásuvky jsem vybral tak, aby se hodily do interiéru školy, a také aby byly kompatibilní se systémem parapetních kanálů a lišt. Protože systém parapetních kanálů od společnosti Hager umožňuje instalaci hranatých zásuvek, zvolím instalační krabičku značky Varilight, která je vhodná pro umístění do parapetních kanálů i pod omítku. Kryt zásuvky zvolím ABB Tango pro 3 moduly MiniCom v bílé barvě, která nebude v interiéru školy příliš nápadná. Zásuvky, ve které budou obsluhovat pouze jedno nebo dvě zařízení budou mít zbylé moduly zaslepené.



Obrázek 24: Instalační krabička Varilight

(Zdroj: [22])



Obrázek 23: Kryt zásuvky ABB tango

(Zdroj: [23])

3.8.2 Přepojovací panel

Přepojovací panel jsem zvolil model od výrobce Panduit s označením CP245E88BLY. Model má 24 předinstalovaných spojek RJ45 Cat5e způsob uchycení MiniCom a je vysoký 1U. Nevyužité pozice v panelu budou zaslepeny. Schéma zapojení patchpanelu je uvedeno v Příloha č. 3: Schéma zapojení patchpanelů. Doporučuji dodržovat barevné značení pro lepší přehlednost v racku.



Obrázek 25: Patchpanel CP245E88BLY

(Zdroj: [24])

3.8.3 Konektory

Protože jsem u zásuvek a patchpanelů zvolil způsob uchycení MiniCom, musím tomu uzpůsobit i volbu konektorů. Pro zakončení kabelů jsem zvolil konektory UTP MiniJack RJ45 cat. 5 od výrobce Panduit. Tento typ konektoru umožňuje poměrně snadné ukončení pomocí zářezového víčka.



Obrázek 26: UTP MiniJack RJ45 Cat 5

(Zdroj: [25])

3.9 Návrh tras kabeláže

V této kapitole diplomové práce popíšu návrh tras metalického i optického vedení, návrh datového rozvaděče, značení kabelů, konektorů, zásuvek a patchpanelů.

3.9.1 Datový rozvaděč

V hlavním datovém rozvaděči bude umístěn centrální switch (1U), optický rozvaděč (1U), vyvazovací panel Triton RAB-VP-X22-A1 19“ (2U) a Synology NAS (1U). Vzhledem k celkové velikosti umístěných prvků jsem zvolil Legrand EvoLine nástěnný datový rozvaděč 9U 600x600mm se skleněnými dveřmi. Rozvaděč je možné připevnit na stěnu při maximálním zatížení 65 kg. Po umístění zvolených prvků v rozvaděči zůstane dostatek prostoru pro možné rozšíření sítě nebo umístění záložního zdroje UPS.



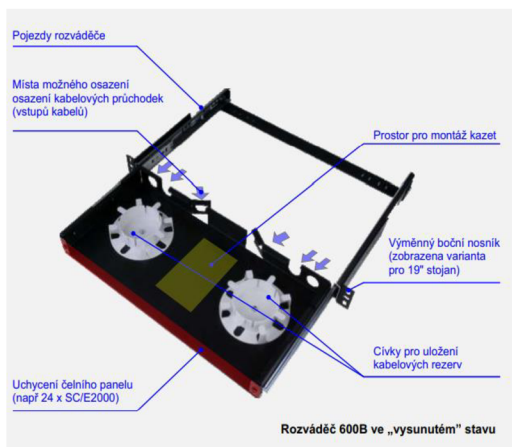
Obrázek 27: Legrand EvoLine nástěnný datový rozvaděč 9U, 600x600mm
(Zdroj: [30])

Lokální switch a přepojovací panel bude umístěn v 6U vysokém nástěnném rozebíratelném rozvaděči Triton s hloubkou 500 mm. Model RUA-06-AS5 – 19“ umožňujícím montáž na zeď, obsahuje uzamykatelné dveře z tvrzeného skla s maximálním zatížením 30 kg.



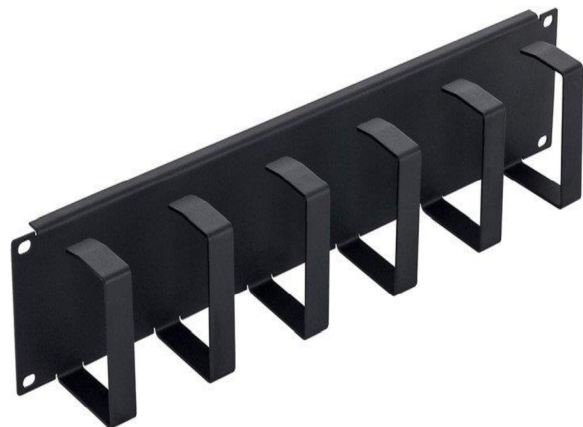
Obrázek 28: Triton RUA-06-AS5 – 19“, hl.500mm

(Zdroj: [32])



Obrázek 30: Optický rozváděč 600

(Zdroj: [26])



Obrázek 29: Triton RAB-VP-X22-A1 - 19"

(Zdroj: [27])

3.9.2 Trasy páteřní sekce

Trasa páteřní sekce bude realizována pomocí optických kabelů opatřenými konektory SC/APC. Hlavní přívod zajišťuje poskytovatel internetového připojení také pomocí optického kabelu a vlastního modemu. Trasa započne u centrálního switchu, ze kterého

povede propoj k optickému rozváděči a dále pak do lokálního switchu umístěného ve třídě č. 2. Switche budou propojeny s využitím SFP modulů, propoj mezi zásuvkami a optickým rozváděčem budou realizovány pomocí pigtailů a centrální switch s optickým rozváděčem bude propojen pomocí patchcordu. Pro vedení trasy budou využity parapetní kanály a lišty. Označení jednotlivých prvků, portů a kabelů se nachází v příložené kabelové tabulce (Příloha č. 2: Kabelové tabulky).

3.9.3 Trasy horizontální sekce

Trasy horizontální sekce jsou realizovány metalickými kabely kategorie 5e opatřenými konektory RJ45. Trasy propojují jednotlivé zařízení se switchem umístěným v ředitelně a ve třídě č. 2. Zařízení nacházející se v ředitelně, třídě č. 1, družině, sborovně a na dvoře jsou připojeny ke switchi s označením SW1. Trasy jsou vedeny v parapetních kanálech a lištách, a také v bezhalogenových hrdlových trubkách umístěných na půdě školní budovy. Zařízení, která se nachází v třídě č. 2 a jídelně jsou zapojena do switchu s označením SW2, který se nachází ve třídě č.2. Pro lepší orientaci ve vedení všech tras jsem vytvořil výkres půdorysu s vyznačenými horizontálními trasami i umístěním jednotlivých aktivních prvků a zásuvek (Příloha č. 1: Návrh kabelových tras v budově základní školy). Označení patchpanelu a jeho portů, zásuvek, a kabelů s jejich délkami je uvedeno v kabelové tabulce (Příloha č. 2: Kabelové tabulky)

3.9.4 Značení aktivních prvků a kabeláže

Značení aktivních prvků se odvíjí od značení jednotlivých přípojných míst a kabelů. Formát značení je X.Y, kdy X je číslo místnosti a Y je číslo přípojného místa. Stejným způsobem budou označeny porty v přepojovacím panelu i v zásuvkách.

Například, při značení zásuvky 01.04 bude kabel označený 01.04 a počítač připojený do zásuvky jako PC1.4. Značení přípojných míst a kabeláže je založeno na označení jednotlivých místností.

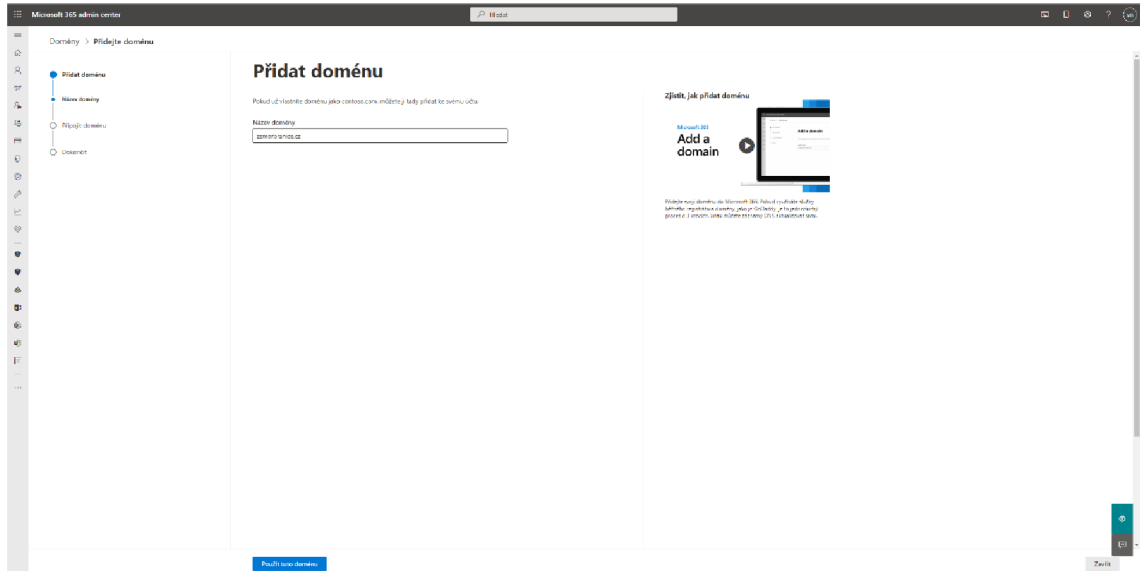
Přepojovací panely budou označeny jako PP1 umístěný v hlavním datovém rozváděči v ředitelně a PP2 umístěný v lokálním datovém rozváděči ve třídě č.2. Podobně budou značeny i samotné datové rozvaděče DR1 a DR2.

3.10 Nastavení aktivních prvků

V tomto projektu pracují zvolené aktivní prvky na technologii MikroTik, se kterou mám zkušenosti z realizace bakalářské práce. Tato technologie umožňuje využít funkci CAPsMAN (Controlled Access Point systém Manager), díky které lze nastavit centrální switch jako manažera jednotlivých access pointů v síti, které si přednastavenou konfiguraci stáhnou přímo od něj. Díky této funkci stačí jednotlivé access pointy nastavit na mód CAP a připojit je ke svému manažerovi, v tomto případě na centrální switch. Veškerá konfigurace pak probíhá na něm. Protože bezdrátovou síť budou využívat učitelé, žáci i hosté, bude potřeba na CAP manažerovi nastavit virtuální síť, které budou zabezpečeny pomocí hesel. Veškeré nastavení funkce CAPsMAN probíhá pomocí softwaru Winbox, který lze stáhnout ze stránek výrobce. Na těchto stránkách se také nachází přehledný manuál, podle kterého můžeme nastavit všechny potřebné konfigurace.

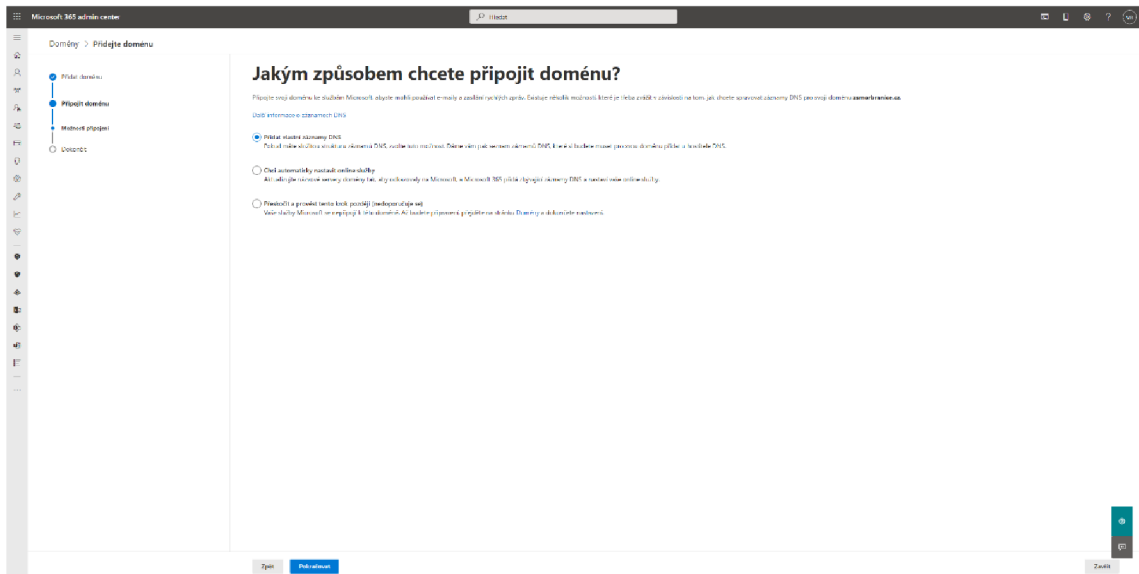
3.11 Nastavení Microsoft Teams

Základní škola Moravské Bránice má možnost využívat Microsoft Teams bezplatně pro zajištění distanční výuky. Aby bylo možné Microsoft Teams využívat, je nejprve nutné vytvořit v admin centru Microsoft 365 všem žákům a učitelům uživatelské účty. Škola si platí vlastní doménu zsmorbranice.cz, která se musí před tvorbou uživatelských účtů přidat a nastavit jako výchozí.

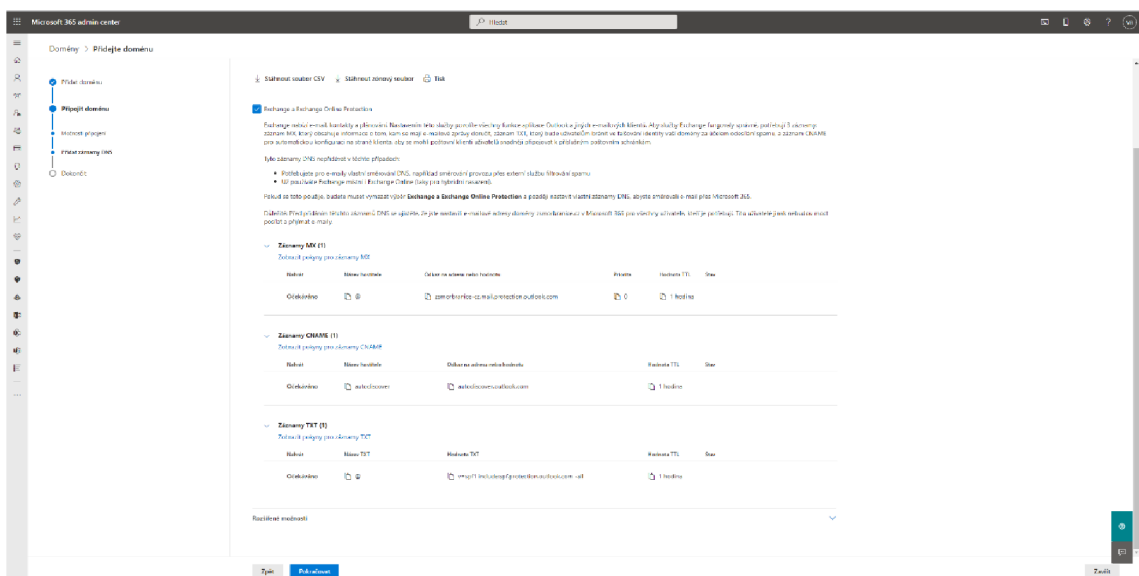


Obrázek 31: Volba domény
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Při nastavování nové domény je potřeba u poskytovatele hostingu doplnit záznamy DNS. Jedná se o záznamy typu MX, CNAME a TXT.

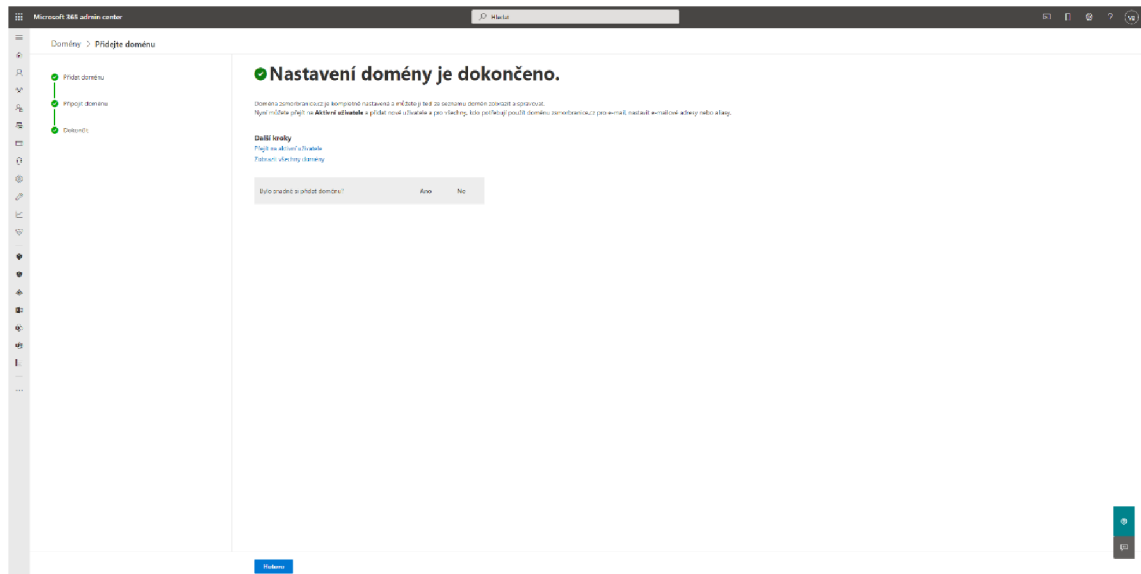


Obrázek 33: Výběr způsobu připojení domény
(Zdroj: Vlastní zpracování)

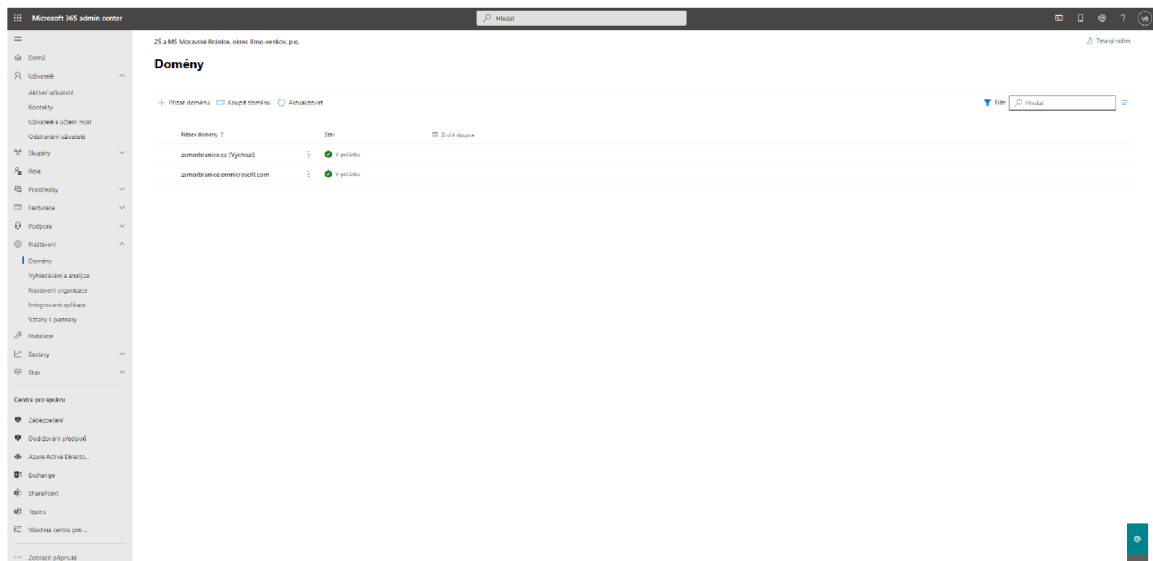


Obrázek 32: DNS záznamy pro připojení domény
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Po přidání těchto záznamů a aktualizaci informací o serveru poskytovatele hostingu se doména automaticky přiřadí v admin centru Microsoft 365, kde ji pak jedním kliknutím lze nastavit jako výchozí.



Obrázek 34: Dokončení nastavení domény
(Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 35: Volba výchozí domény
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Po přidání vlastní domény je možné v rámci ní vytvořit nové uživatele. Při jejich tvorbě je potřeba zadat jméno, příjmení a uživatelské jméno, které je v případě tohoto projektu tvořeno prvními čtyřmi písmeny příjmení a prvními dvěma písmeny jména bez mezer.

Příklad: Vojtěch Badin → badivo@zsmorbrance.cz

Přidání uživatele

Zadejte základní informace

Nějdiš vyplítte některé základní informace o tom, koho přidáváte jako uživatele.

Jméno: Vojtěch Příjmení: Badin

Zobrazované jméno *: Vojtěch Badin

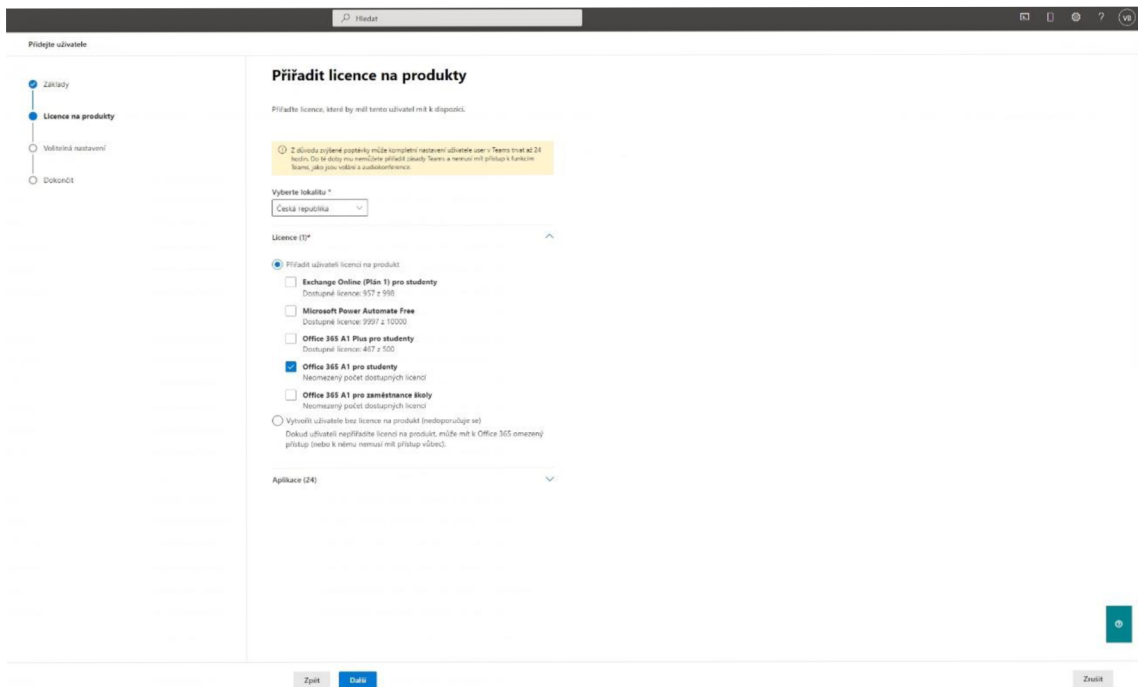
Uživatelské jméno *: badivo Doména: zsmorbrance.cz

Automaticky vytvořit heslo
 Vyžadovat, aby si uživatel změnil heslo při prvním přihlášení
 Po dokončení poslat heslo e-mailem

Dále Zrušit

Obrázek 36: Tvorba uživatelského jména
(Zdroj: Vlastní zpracování)

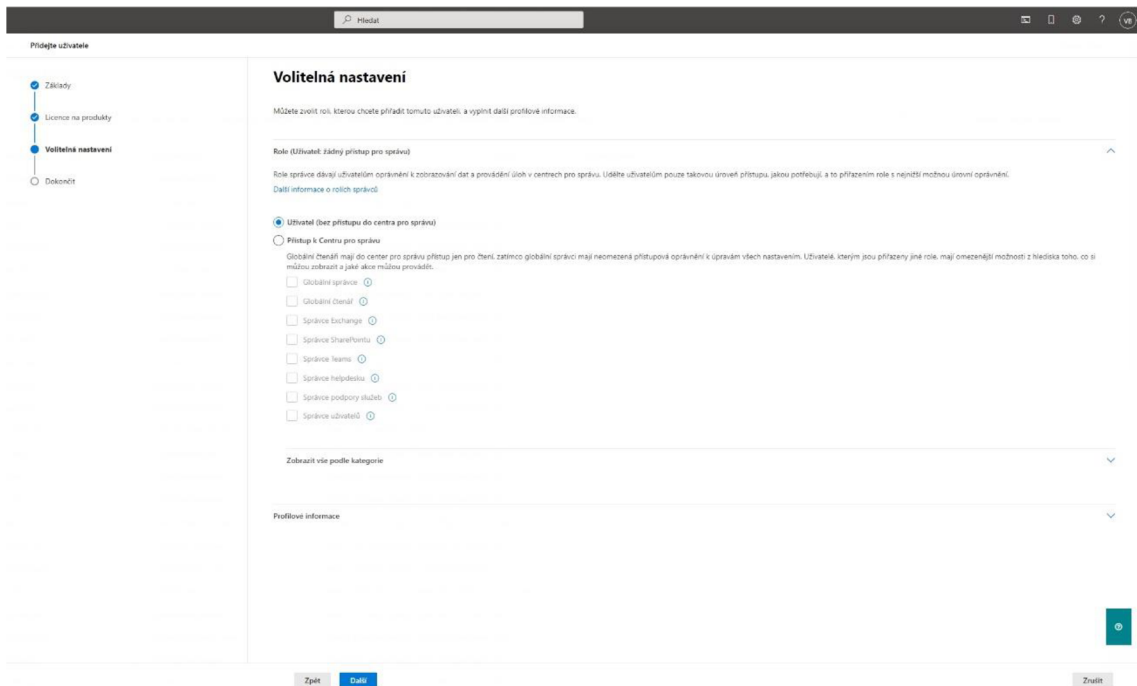
Po vytvoření uživatelského jména přiřadím jednotlivým uživatelům licence na produkty, které jsou ve vlastnictví školy. Jedná se o Office 365 A1 pro studenty a Office 365 A1 pro zaměstnance školy.



Obrázek 37: Přiřazení licencí na produkty

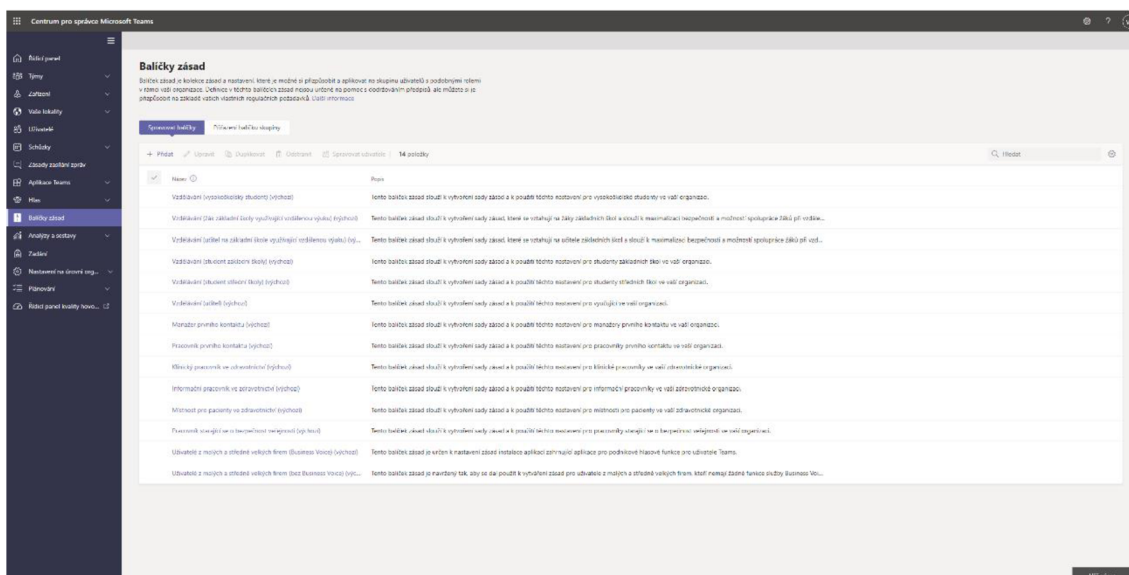
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Při tvorbě uživatelského účtu je možné uživatelům určit role určené pro přístup do centra pro správu Microsoft 365. Protože se však jedná o žákovské a učitelské účty, zvolím roli uživatel bez přístupu do centra pro správu.



Obrázek 38: Určení rolí pro uživatele
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Po vytvoření a nastavení všech uživatelských účtů se přesunu do centra pro správu Microsoft Teams, kde přiřadím jednotlivým uživatelům zásady zasílání zpráv, zásady schůzek, zásady nastavení aplikace, zásady volání a zásady živých událostí. Při nastavování lze využít hromadného přiřazení zásad a již předvytvořených balíčků zásad pro žáky základní školy využívající vzdálenou výuku a učitele základní školy využívající vzdálenou výuku.



Obrázek 39: Volba uživatelských zásad
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Nastavením zásad lze zlepšit efektivitu práce v aplikaci Microsoft Teams. Učitelé se tak při každém hovoru stávají administrátory místnosti a mají možnost ztlumit všechny účastníky nebo zvolit prezentujícího. Žáci na druhou stranu mají omezené možnosti komunikace, například nemožnost posílat obrázky či gify do chatu, nemohou přidat ani odebrat kohokoli z účastníků během hovoru.

Konfigurace uživatelských účtů se může kdykoliv změnit na základě požadavků vedení školy. Uvedené nastavení je momentálně funkční od zavedení distanční výuky na základní škole.

3.12 Připojení Synology NAS

V této kapitole popíšu připojení zařízení Synology NAS využívající systém DSM (DiskStation Manager), které lze využít v navržené počítačové síti školy.

3.12.1 Nastavení domény spravované službou Azure

V internetovém portálu služby Azure nejprve musím přejít na stránku Azure AD Domain Services. Na této stránce kliknu na možnost New pro vytvoření nové domény.

Na kartě Basics zvolím předplatné služby Microsoft Azure, vytvořím novou skupinu zdrojů pod názvem Synology, pojmenuji spravovanou doménu (v tomto případě zsmorbranice.cz), vyberu oblast umístění pro doménu a pokračuji na kartu Networking.

* Basics * Networking Administration Synchronization Review + create

Azure AD Domain Services provides managed domain services such as domain join, group policy, LDAP, and Kerberos/NTLM authentication. You can use Azure AD Domain Services without needing to manage, patch, or service domain controllers in the cloud. For ease and simplicity, defaults have been specified to provide a one-click deployment. [Learn more](#)

Project details

When choosing the basic information needed for Azure AD Domain Services, keep in mind that the subscription, resource group, DNS domain name, and location cannot be changed after creation.

Subscription *

Resource group * [Create new](#)

[Help me choose the subscription and resource group](#)

DNS domain name *

[Help me choose the DNS name](#)

Region *

SKU *

[Help me choose a SKU](#)

Forest type * User Resource

Obrázek 40: Základní nastavení domény

(Zdroj: [31])

Na kartě Networking zadám virtuální síť a podsíť a určím rozsah IP adres spravované domény.

The screenshot shows the 'Networking' tab in the Azure portal. At the top, there are navigation tabs: '* Basics', '* Networking' (which is selected and underlined), 'Administration', 'Synchronization', and 'Review + create'. Below the tabs, there is a paragraph of text: 'Azure AD Domain Services uses a dedicated subnet within a virtual network to hold all of its resources. If using an existing network, ensure that the network configuration does not block the ports required for Azure AD Domain Services to run. [Learn more](#)'. Below this text, there are two dropdown menus. The first is labeled 'Virtual network * ⓘ' and has 'Azure_VNet1' selected, with a 'Create new' link below it. The second is labeled 'Subnet * ⓘ' and has 'Subnet1 (10.1.0.0/24)' selected, with a 'Manage' link below it. A blue link 'Help me choose the virtual network and address' is positioned between the two dropdowns.

Obrázek 41: Nastavení virtuální sítě a podsítě domény

(Zdroj: [31])

Na kartě správa, pomocí možnosti Manage group membership přidám uživatele, který bude spravovat vytvořenou doménu. Vytvoření spravované domény ukončím kliknutím na tlačítko Zkontrolovat a vytvořit. Proces nasazení vytvořené domény může trvat až hodinu.

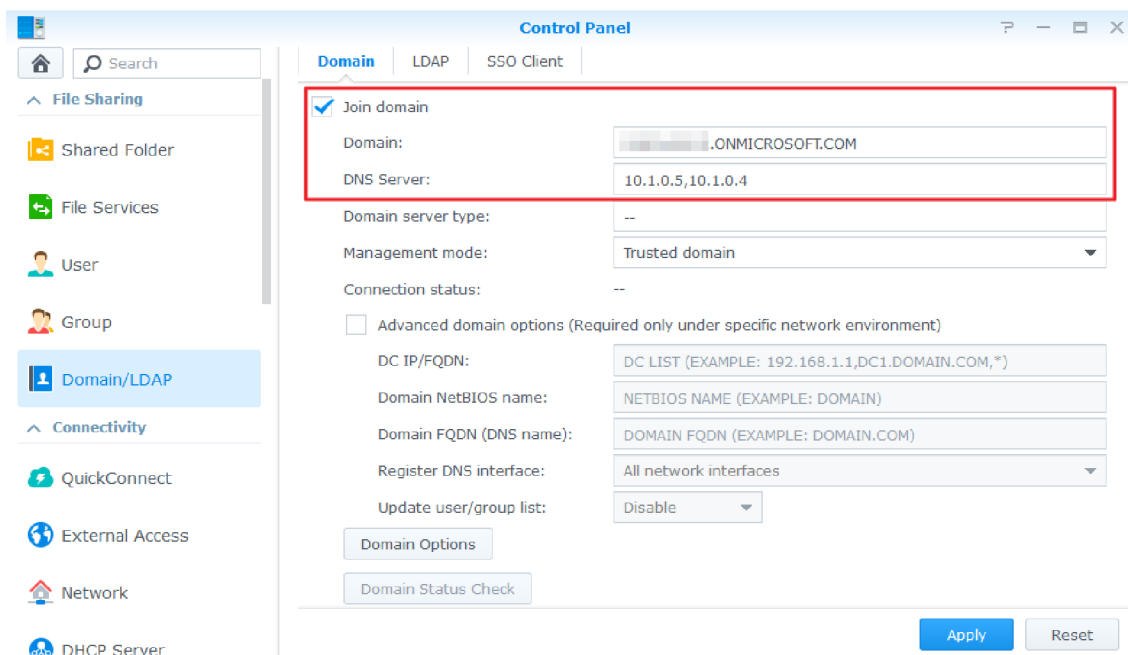
The screenshot shows the 'Administration' tab in the Azure portal. At the top, there are navigation tabs: '* Basics', '* Networking', 'Administration' (which is selected and underlined), 'Synchronization', and 'Review + create'. Below the tabs, there is a paragraph of text: 'Use these settings to specify which users should have administrative privileges and be notified of problems on your managed domain. [Learn more](#)'. Below this text, there is a section for 'AAD DC Administrators ⓘ'. The 'Manage group membership' link is highlighted with a red box. Below this, there is a blue link 'Help me choose AAD DC Admins'. Further down, there is a 'Notifications' section. It contains the text: 'These groups will be notified when you have an alert of warning or critical severity'. Below this text, there are two checked checkboxes: 'All Global Administrators of the Azure AD directory.' and 'Members of the AAD DC Administrators group.'. Below the checkboxes, there is a section for 'Additional email recipients:' followed by a text input field with the placeholder text 'Add another email to be contacted at'.

Obrázek 42: Nastavení správce domény

(Zdroj: [31])

3.12.2 Propojení Synology NAS s doménou spravovanou službou Azure

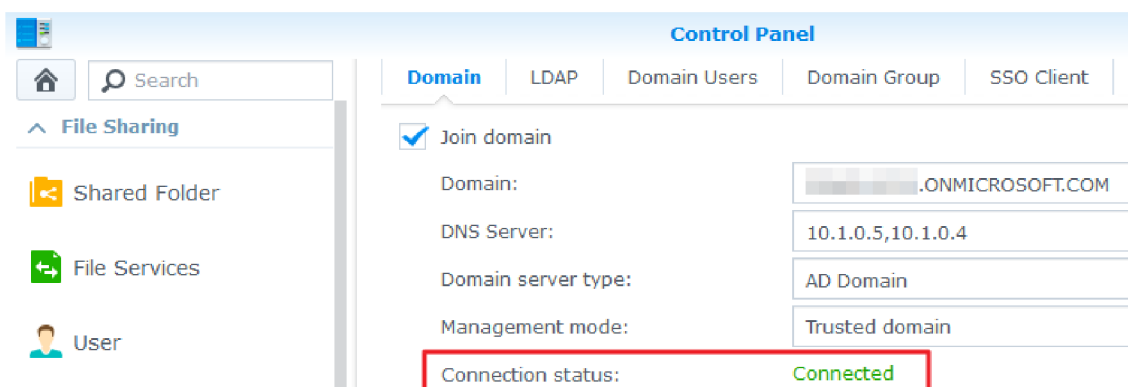
Přihlásím se do systému DSM pomocí administrátorského účtu. Přejdu do nabídky Ovládacího panelu a zvolím záložku Domain/LDAP a poté Domain. Vyberu možnost Připojit k doméně a nakonfiguruji název domény spravované službou Azure a zadám její IP adresu.



Obrázek 43: Připojení Synology NAS k doméně

(Zdroj: [31])

Po aplikaci nakonfigurovaného nastavení se zobrazí okno s žádostí o ověření účtu a hesla správce služby Azure AD DS a kliknu na možnost Next. Po dokončení procesu připojování se na kartě Domain zobrazí stav „Connected“.



Obrázek 44: Dokončení připojování Synology NAS k doméně

(Zdroj: [31])

3.12.3 Nastavení jednotného přihlášení služby Azure v zařízení Synology

Po přihlášení do portálu služby Azure přejdu do nabídky Azure Active Directory, kde vyberu záložku Registrace aplikací a kliknu na možnost nové registrace. Pojmenuji aplikaci AzureSSO, vyberu typ účtů, které budou mít k této aplikaci přístup a mohu zadat identifikátor URI pro přesměrování přihlašování na stránky aplikace.

*** Name**

The user-facing display name for this application (this can be changed later).

AzureSSO ✓

Supported account types

Who can use this application or access this API?

- Accounts in this organizational directory only (██████████ only - Single tenant)
- Accounts in any organizational directory (Any Azure AD directory - Multitenant)
- Accounts in any organizational directory (Any Azure AD directory - Multitenant) and personal Microsoft accounts (e.g. Skype, Xbox)
- Personal Microsoft accounts only

[Help me choose...](#)

Redirect URI (optional)

We'll return the authentication response to this URI after successfully authenticating the user. Providing this now is optional and it can be changed later, but a value is required for most authentication scenarios.

Web ▼ ✓

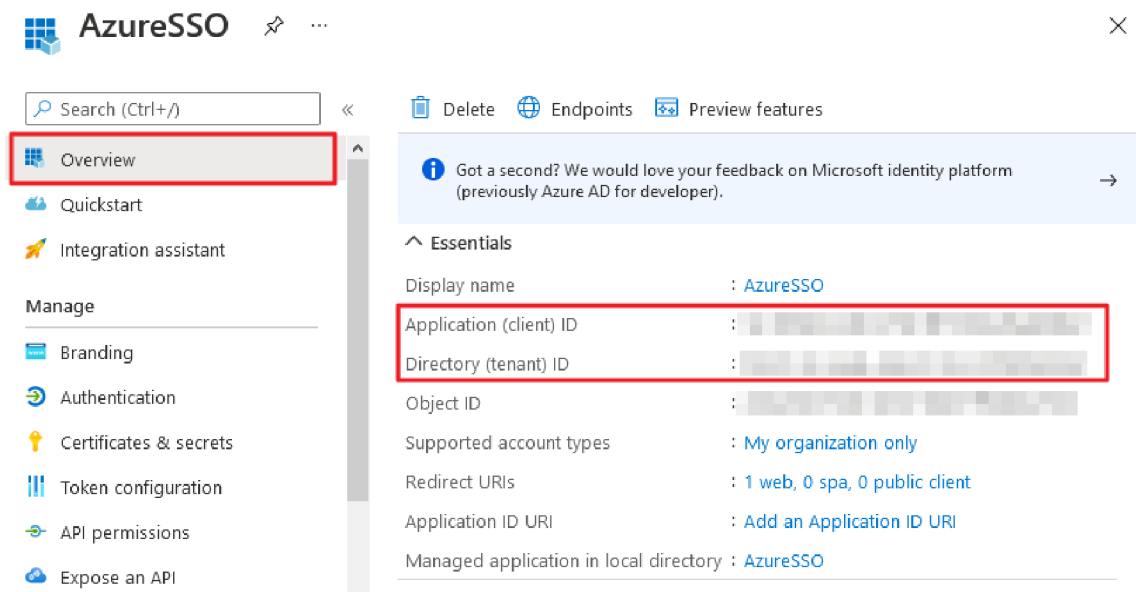
[By proceeding, you agree to the Microsoft Platform Policies](#) ↗

[Register](#)

Obrázek 45: Vytvoření nové registrace aplikace

(Zdroj: [31])

Takto nastavenou aplikaci zaregistruji a otevře se mi okno se základními údaji o aplikaci. Pro mě jsou důležité údaje Application ID a Directory ID, které budu kopírovat při nastavování v DMS zařízení Synology NAS.



Obrázek 46: Základní údaje o aplikaci AzureSSO

(Zdroj: [31])

Přejdu do části Certifikates & secrets, kde zvolím možnost vytvoření nového tajného klíče klienta. Nakonfiguruji název tajného klíče klienta a zvolím dobu trvání platnosti tohoto klíče.

Add a client secret

Description

AzureSSOkey

Expires

In 1 year

In 2 years

Never

Add

Cancel

Obrázek 47: Konfigurace tajného klíče klienta

(Zdroj: [31])

U vytvořeného klíče je vypsána důležitá informace Value, kterou budu také potřebovat při nastavování služby v DMS zařízení Synology NAS.

AzureSSO | Certificates & secrets

Search (Ctrl+/) << Got feedback?

Overview
Quickstart
Integration assistant

Manage

Branding
Authentication
Certificates & secrets
Token configuration
API permissions
Expose an API
App roles
Owners
Roles and administrators | Previ...
Manifest
Support + Troubleshooting

Copy the new client secret value. You won't be able to retrieve it after you perform another operation or leave this blade.

Certificates can be used as secrets to prove the application's identity when requesting a token. Also can be referred to as public keys.

Upload certificate

Thumbprint	Start date	Expires	ID
No certificates have been added for this application.			

Client secrets

A secret string that the application uses to prove its identity when requesting a token. Also can be referred to as application password.

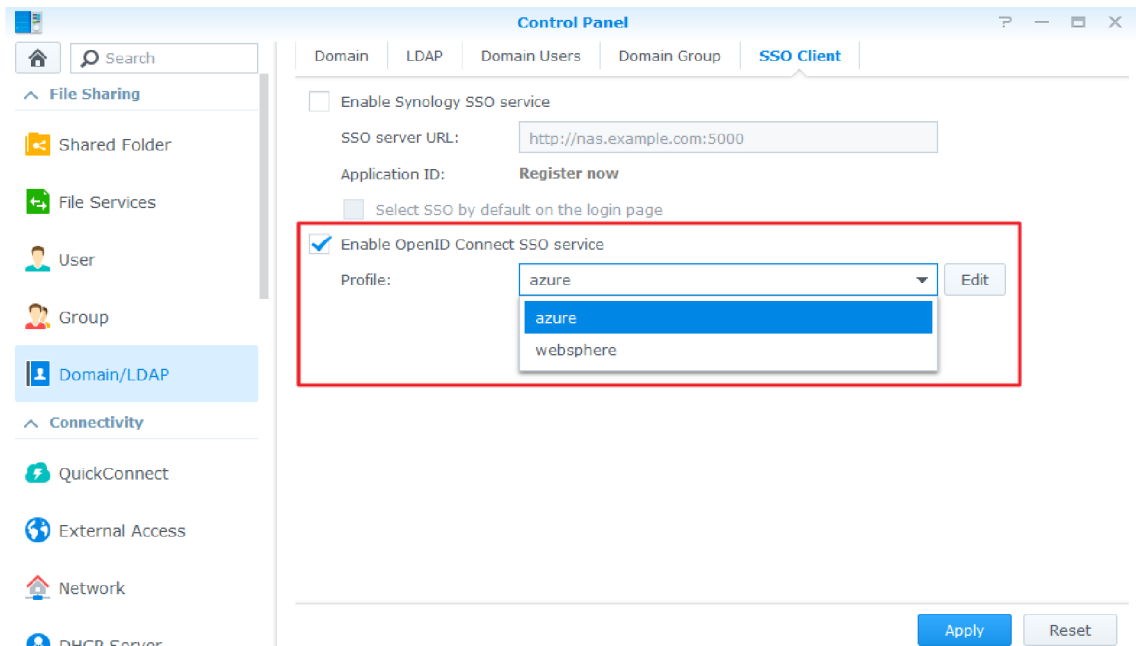
New client secret

Description	Expires	Value	ID
AzureSSOkey	12/31/2299	[REDACTED]	[REDACTED]

Obrázek 48: Informace o vytvořeném tajném klíči klienta

(Zdroj: [31])

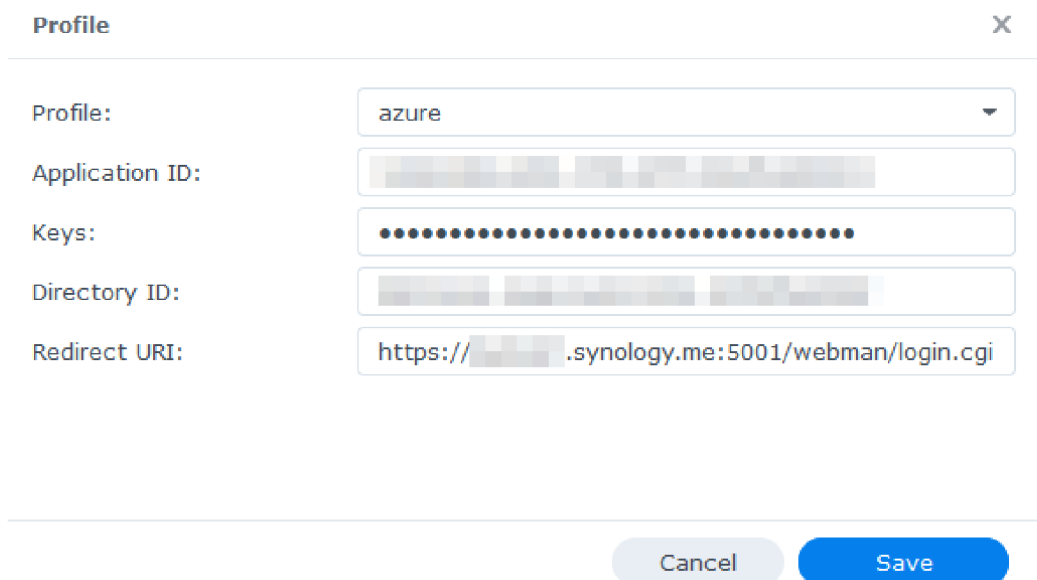
Nyní musím přejít do systému DMS a zvolit opět záložku Domain/LDAP a dále SSO Client. V této záložce povolím službu OpenID Connect SSO service, z rozevřacího seznamu zvolím možnost azure a kliknu na možnost upravit.



Obrázek 49: Nastavení SSO v systému DMS

(Zdroj: [31])

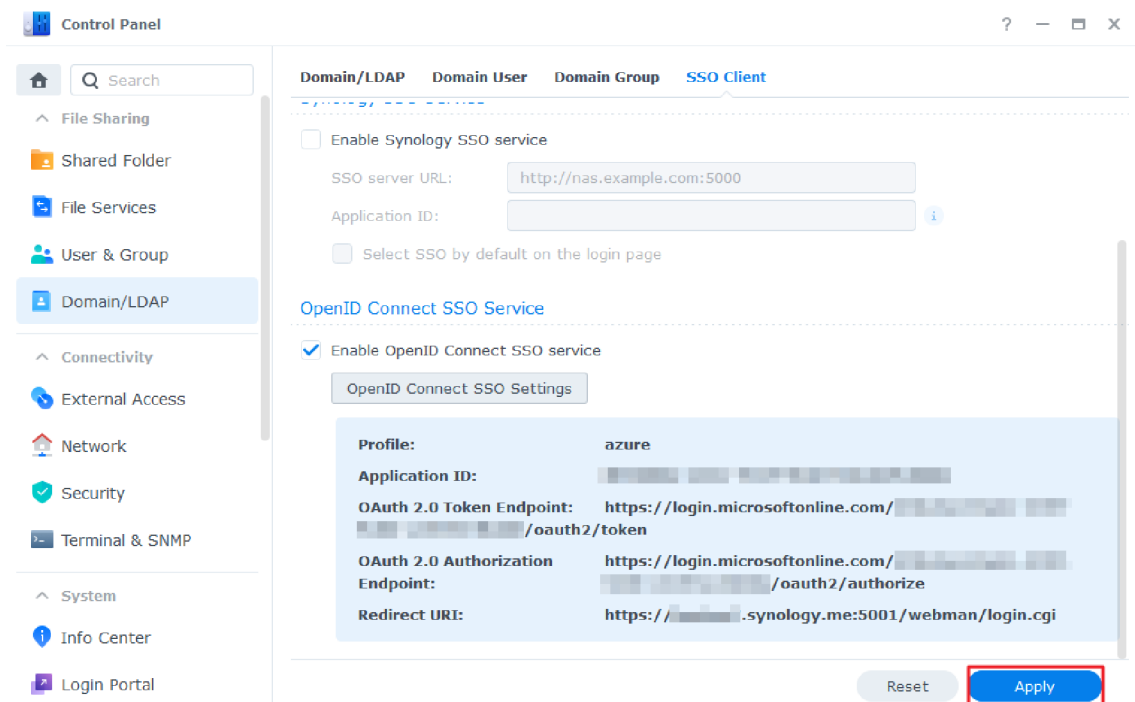
Otevře se okno úpravy profilu azure, do kterého zkopíruji údaje z předchozích kroků: Application ID, Directory ID a Value.



Obrázek 50: Okno úpravy profilu pro SSO

(Zdroj: [31])

Po dokončení konfigurace kliknu na možnost Použít. Uživatelé domény Azure se nyní mohou přihlásit do zařízení Synology NAS pomocí svých přihlašovacích údajů ke službě Azure.



Obrázek 51: Dokončení nastavení jednotného přihlášení služby Azure v zařízení Synology NAS
(Zdroj: [31])

3.12.4 Konfigurace diskového úložiště

Konfigurace diskového úložiště se odvíjí od velikost a počtu zapojených pevných disků. Při konfigurování diskového úložiště pracuji se 4 pevnými disky, které škola získala od poskytovatele služeb IT ve škole. Tyto disky mohou být využity i v zařízení Synology NAS a níže popsané rozdělení disků, složek a podsložek může být nastaveno pomocí systému DMS.

Jednotlivé disky jsou nakonfigurované poskytovatelem služeb pro využití ve školní síti.

Konfigurace diskového úložiště serveru je následující:

- Disk C: (System) – systémový disk obsahující instalaci operačního systému Windows Server 2008 R2.
- Disk D: (Data) – datový disk určený pro data aplikací i soukromá data žáků a učitelů.
- Disk W (WSUS_WDS) – disk pro ukládání dat služby WSUS a služby pro nasazení systému Windows.
- Disk Z (Zaloha) – disk určený pro zálohy vytvořené správcem.
- Oddíl bez písmene – disk pro ukládání automatických systémových záloh dat.

Pevný disk D určený pro ukládání dat aplikací, žáků a učitelů je rozdělen na jednotlivé složky:

- Aplikace – pro ukládání dat aplikací.
- Data-Škola – pro ukládání a výměnu sdílených dat mezi zaměstnanci školy.
- Data-SQL – pro ukládání dat databázového systému.
- Home – pro ukládání soukromých dat zaměstnanců.
- Home-Zaci – pro ukládání soukromých dat žáků.
- Skupiny – pro ukládání a výměnu dat v rámci skupin žáků.

V jednotlivých složkách jsou vytvořené podsložky podle hierarchie školy. Díky tomuto opatření je možnost neoprávněného přístupu k datům minimální. Na každou složku a podsložku jsou nastavena oprávnění tak, aby k nim měl přístup jen ten uživatel, kterému je udělený přístup. Nakonfigurovaná základní datová struktura s přidělenými oprávněními je zobrazena v tabulce č. 2. Tuto konfiguraci lze změnit podle požadavků vedení školy.

Tabulka 2: Datová struktura a oprávnění

(Zdroj: [28])

Cesta na disku D	Popis	Oprávnění					
		SS	S	V	U	P	Z
D:\	Celý disk D:\	W	R	---	---	---	---
		SS	S	V	U	P	Z
D:\Aplikace	Aplikace: pro výuku i zaměstnance	F	W	R	R	R	R
D:\Aplikace\Aplikace-Vedeni	Aplikace: pro práci vedení školy	*	W	W	---	---	X!
D:\Aplikace\Aplikace-Ucitele	Aplikace: pro práci učitelů	*	W	W	W	---	X!
		SS	S	V	U	P	Z
D:\Data-Skola	Data: pro provoz školy	F	---	---	---	---	X!
D:\Data-Skola\Vedeni	Data: společná data - vedení školy	*	W	W	---	---	*
D:\Data-Skola\Ucitele	Data: společná data - učitelé	*	W	W	W	---	*
D:\Data-Skola\Ucitele\I-Informace-I	Data: informace pro učitele (ke čtení)	*	W	W	R	---	*
D:\Data-Skola\Provoz	Data: společná data - provozní zaměstnanci	*	W	W	---	W	*
		SS	S	V	U	P	Z
D:\Data-SQL							
		SS	S	V	U	P	Z
D:\Home		F	---	---	---	---	X!
D:\Home\Ucitele	Data: domovské složky učitelů	*	---	---	W ¹	---	*
D:\Home\Vedeni	Data: domovské složky vedení školy	*	---	W ¹	---	---	*
D:\Home\Provoz	Data: domovské složky provozních zaměstnanců školy	*	---	---	---	W ¹	*
		SS	S	V	U	P	Z
D:\Home-Zaci	Data: domovské složky žáků	F	W	R	R	---	W ¹
		SS	S	V	U	P	Z
D:\Skupiny	Data: společné složky skupin (tříd)	F	---	---	---	---	---
D:\Skupiny\Data-Zaci	Data: pro žáky	*	W	W	W	W	R
D:\Skupiny\Skupiny\Rocnik-1 ... Rocnik-9	Data: pro žáky 3. až 9. ročníku	*	W	R	R	---	R ²
D:\Skupiny\Rocnik-1\I-Trida-1A-I ... \I-Trida-9D-I	Data: třída 1A - společná data	*	*	*	*	---	W ²
D:\Skupiny\Rocnik-1\I-Trida-XX-I\I-Ucitel-I	Data: třída 1B - společná data	*	*	*	*	---	R ²

Vysvětlivky k jednotlivým položkám ve sloupcích oprávnění:

- Záhlaví sloupců:
 - SS – SuperSprávce
 - S – Správce
 - V – Vedení
 - U – Učitelé
 - P – Provoz
 - Z – Žáci
- Hodnoty ve sloupcích:

- F – práva: Úplné řízení
- W – práva: Zapisovat
- R – práva: Číst a spouštět
- --- – žádná oprávnění
- * - oprávnění zděděná z nadřazené složky
- ¹ – oprávnění platí pouze pro osobní složku daného uživatele
- ² – oprávnění platí pouze pro člena skupiny odpovídající názvu složky

3.12.5 Konfigurace služby DHCP serveru

Server DHCP umožňuje vytvořit rozsahy IP adres, které budou automaticky přidělovány jednotlivým zařízením v síti. Pro některé zařízení je však vhodné nastavit rezervované IP adresy. To zajistí, že zařízení jako jsou tiskárny nebo i počítačové stanice pevně umístěné v jednotlivých třídách budou mít vždy přidělenou stejnou IP adresu. V následující tabulce popisují návrh možného rozdělení IP adres.

Tabulka 3: Rozdělení IP adres

(Zdroj: Vlastní zpracování)

IP adresa	Název
10.0.0.1	Gateway (brána)
10.0.0.1 – 10.0.0.9	Rezerva
10.0.0.10 – 10.0.0.20	Servery
10.0.0.21 – 10.0.0.30	Tiskárny
10.0.0.31 – 10.0.0.50	Aktivní prvky
10.0.0.51 – 10.0.0.90	PC zaměstnanci + Interaktivní tabule
10.0.0.91 – 10.0.0.120	PC třída 1
10.0.0.121 – 10.0.0.150	PC třída 2
10.0.0.151 – 10.0.0.200	Notebooky
10.0.0.201 – 10.0.0.253	Rezerva

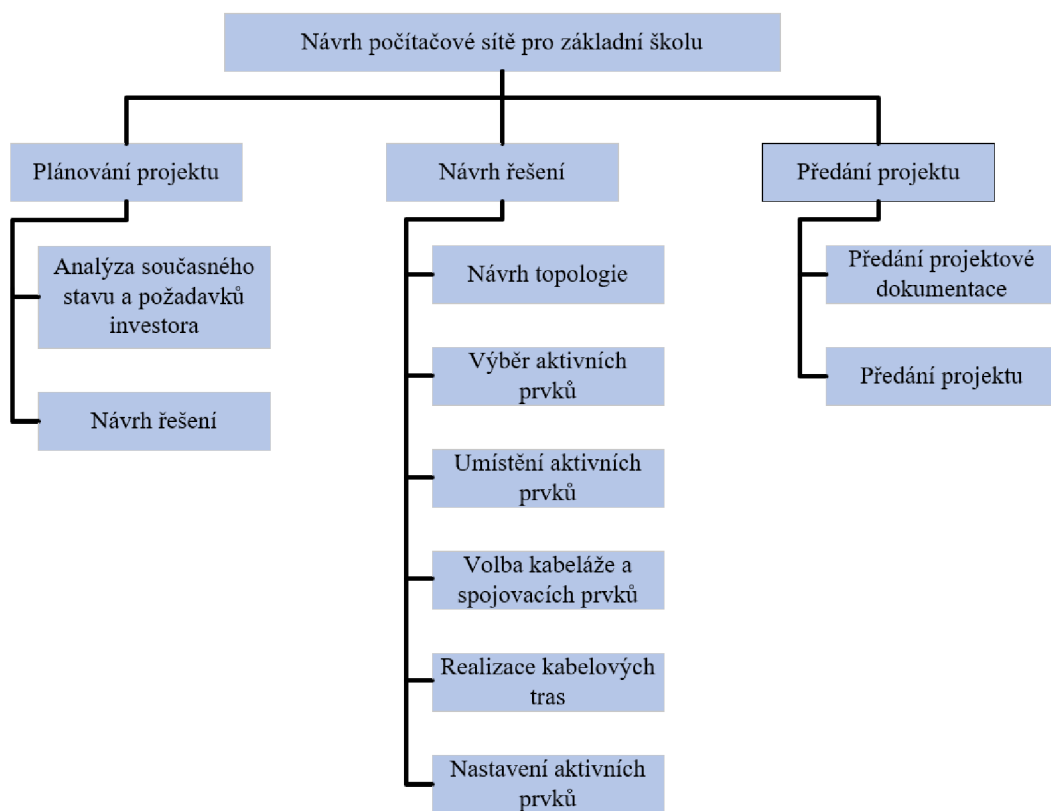
Jednotlivé rozdělení IP adres se může měnit v závislosti na počtu připojených zařízení, avšak vzhledem ke kapacitě školy nepředpokládám, že by počet zařízení překročil navržené rozsahy IP adres.

3.13 Řízení projektu

Tato kapitola se zabývá řízením realizace navrženého řešení. Pomocí metody WBS je projekt rozdělen na dílčí úkoly, podle kterých je zpracovaný časový harmonogram projektu.

3.13.1 WBS

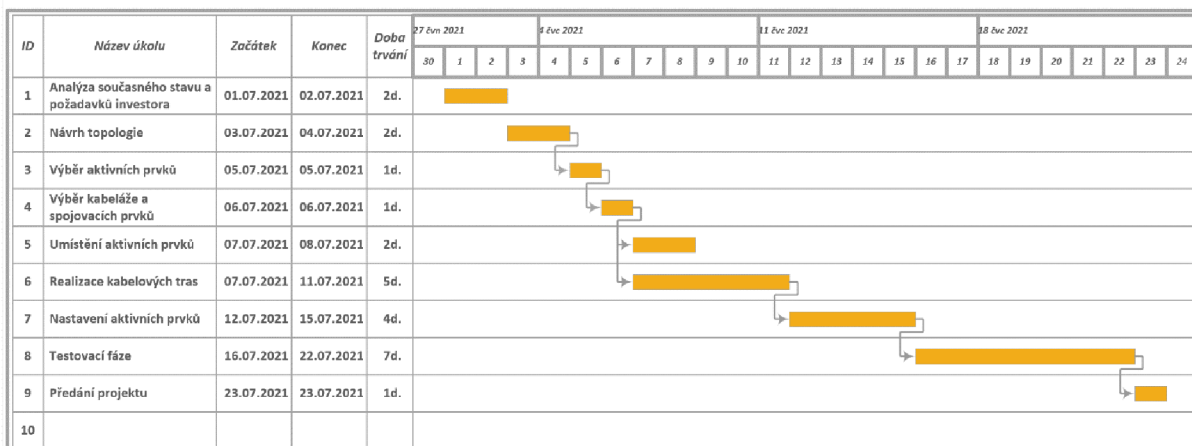
Work breakdown structure popisuje hierarchické rozdělení činností projektu. Projekt realizace počítačové sítě a nastavení aktivních prvků zobrazuje následující graf.



Graf 1: WBS projektu
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.13.2 Časový harmonogram projektu

Činnosti obsažené v časovém harmonogramu projektu vychází z WBS projektu v předchozí kapitole. Časový harmonogram je uvedený formou Ganttova diagramu, ze kterého lze vyčíst, jak dlouho jednotlivé činnosti trvají, a zda se prolínají nebo na sebe navazují.



Graf 2: Ganttův diagram projektu

(Zdroj: Vlastní zpracování)

V Ganttově diagramu je vidět, že většina činností na sebe vzájemně navazují. Činnosti, které probíhají vzájemně jsou umístění aktivních prvků a realizace kabelových tras. Při dodržení plánovaných dob trvání jednotlivých činností projekt proběhne za 23 dní. Začátek projektu je plánovaný na 1. července 2021.

3.14 Ekonomické zhodnocení projektu

V této kapitole uvádím formou tabulek ekonomické zhodnocení návrhu počítačové sítě základní školy.

Nejprve uvádím ceny materiálů a produktů potřebné pro realizaci kabelových tras, poté ceny aktivních prvků a na závěr uvádím celkovou cenu za realizaci projektu včetně odhadnuté ceny za práci.

Tabulka 4: Náklady za materiál a produkty

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Položka	Množství	Cena za jednotku	Cena celkem
UTP Cat.5e drát LSZH (DCA)	400 m	8 Kč	4200 Kč
Optický kabel EZ-Bend 3,0 mm	25 m	13 Kč	325 Kč
Patchcord G.657.B3 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1 m	1 ks	400 Kč	400 Kč
Pigtail SC/APC 9/125, 2 m	1 ks	50 Kč	50 Kč
Optický rozváděč 600B	1 ks	1000 Kč	1000 Kč
Optická zásuvka 8686	1 ks	100 Kč	100 Kč
Zesílený pigtail s \varnothing 4 mm	1 ks	100 Kč	100 Kč
Ochrana svaru, předsmrštěná 40 mm, 2,5 mm	5 ks	6 Kč	30 Kč
SFP modul ML-S5531-20-SC	2 ks	300 Kč	600 Kč
Parapetní kanál tehalit.BRHP bezhalogenový	50 m	500 Kč	25 000 Kč
Lišta hranatá bezhalogenová	40 m	65 Kč	2600 Kč
Bezhalogenová tuhá hrdlová trubka	30 m	45 Kč	1350 Kč
Instalační krabička Varilight	22 ks	36 Kč	792 Kč
Kryt zásuvky ABB Tango	22 ks	72 Kč	1584 Kč
Patchpanel CP245E88BLY	2 ks	10 100 Kč	20 200 Kč
UTP MiniJack RJ45 Cat. 5	33 ks	160 Kč	5280 Kč
Legrand EvoLine nástěnný datový rozváděč 9U	1 ks	2 700 Kč	2 700 Kč
Triton RXA-04-AS4 – 19“, 400 mm	1 ks	2 100 Kč	2 100 Kč
Vyvazovací panel Triton RAB-VP-X22-A1 19“	2 ks	400 Kč	800 Kč

Cena celkem včetně DPH	69 211 Kč
-------------------------------	------------------

Ve zmíněných cenách za produkty a materiály je již započteno DPH. Ceny jsou pouze orientační a závisí na volbě dodavatele jednotlivých prvků.

Tabulka 5: Náklady za aktivní prvky

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Položka	Množství	Cena za jednotku	Cena celkem
Switch CRS326-24G-2S+RM	2 ks	4 600 Kč	9 200 Kč
Access Point cAP ac	4 ks	1 650 Kč	6 600 Kč
IP kamera HWI-D141H	3 ks	2 600 Kč	7 800 Kč
Synology RS820+	1 ks	28 000 Kč	28 000 Kč
Cena celkem včetně DPH			26400 Kč

Tabulka 6: Celková cena za projekt

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Celková cena za materiál a produkty	69 211 Kč
Celková cena za aktivní prvky	26 400 Kč
Odhadovaná cena za práci	40 000 Kč
Celková cena za projekt	135 611 Kč

Celková odhadovaná cena za realizaci projektu dosahuje 135 611 Kč. Částka vyhovuje finančním možnostem investora.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout funkční počítačovou síť pro malotřídní základní školu a zavedení aplikace pro distanční vzdělávání umožňující vzdělávat žáky 1. – 4. ročníku základní školy.

Ve svém návrhu řešení jsem čerpal z prvotní analýzy a teoretických východisek. Navrhl jsem funkční počítačovou síť, která splňuje požadavky investora po stránce ekonomické i technologické.

Při volbě aktivních prvků jsem využil prvky, které základní škola dosud využívala a přidal jsem nové prvky využívající technologii MikroTik s operačním systémem RouterOS.

Návrh řešení kabelových tras a konfigurace aktivních prvků byl konzultován se správcem informačního oddělení základní školy a ředitelkou školy. Ve svém návrhu uvádím pouze doporučené základní nastavení, které po předání projektu bude moci správce školní sítě do požadované podoby odvíjející se od aktuální situace.

Na závěr uvádím ekonomické zhodnocení celého projektu. Vzhledem k velikosti základní školy a jejímu omezenému rozpočtu jsem volil takové prvky, které zajistí efektivní a spolehlivou počítačovou síť a zároveň nepřesahují ekonomické možnosti školy.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *Základní škola a mateřská škola Moravské Bránice* [online]. Moravské Bránice [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <http://zsmorbranice.sweb.cz/index.php>
- [2] HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce* [online]. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2008 [cit. 2021-01-04]. ISBN 978-80-251-2073-6. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:f9692070-5cb1-11e3-ae59-005056827e52?page=uuid:5bdb6310-67db-11e3-8387-001018b5eb5c>
- [3] TRULOVE, James. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení* [online]. Praha: Grada, 2009 [cit. 2021-01-04]. Profesionál. ISBN 978-80-247-2098-2. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:5fe187c0-b3e7-11e3-b833-005056827e52?page=uuid:7236c5f0-c302-11e3-94ef-5ef3fc9ae867>
- [4] SOSINSKY, Barrie A. *Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.
- [5] Jiří Peterka: Síťový model TCP/IP. *EArchiv: Archiv článků a přednášek Jiřího Peterky* [online]. [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <https://www.earchiv.cz/a92/a231c110.php3>
- [6] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [7] Jaké jsou standardy Wi-Fi: IEEE 802.11a, 802.11b / g / n a 802.11ac. *IHowTo.Tips* [online]. [cit. 2021-05-23]. Dostupné z: <https://cs.ihowto.tips/did-you-know/ce-reprezinta-standardele-wi-fi-ieee-802-11a-802-11b-g-n-si-802-11ac-ale-unui-router-wireless.html>
- [8] Druhy optických vláken. *Publi PRO - platforma pro řízenou distribuci dokumentů* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/185/05.html>
- [9] MikroTik Routers and Wireless - Products: CRS326-24G-2S+RM. *MikroTik Routers and Wireless* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://mikrotik.com/product/CRS326-24G-2SplusRM#fndtn-gallery>

- [10] MikroTik Routers and Wireless - Products: cAP ac. *MikroTik Routers and Wireless* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://mikrotik.com/product/cap_ac
- [11] Belden 1583ENH UTP Cat.5e drát LSZH (DCA). *Ceit - rozvaděče, datové sítě, optické sítě a telekomunikace* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: <https://www.ceit.cz/p/belden-1583enh-utp-cat-5e-drat-lszh-dca>
- [12] Ma-Fia s.r.o. |Pigtail SC/APC 9/125 2m, G657A, těsná ochrana. *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové sítě*. [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.ma-fia.cz/pigtail-sc-apc-9-125-2m-g657a-tesna-ochrana-p8190/>
- [13] Ma-Fia s.r.o. |Patch cord, flexibilní vlákno G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1m, bílý. *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové sítě*. [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.ma-fia.cz/opticky-simplexni-patchcord-s-flexi-vlaknem-g-657-b3-alternativa-ez-bend-ftth-aplikace-p14574/>
- [14] Odolný univerzální kabel Ez-Bend 3,0mm EasyStrip. *OFA s.r.o. - Optické kabely a optické sítě* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/21_1_2_12-o-03-ezbend-30-cz.pdf
- [15] Optická zásuvka 8686. *OFA s.r.o. - Optické kabely a optické sítě* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/127_1_2_06-m-09-opticka-zasuvka-8686-pro-4-konektory-sc.pdf
- [16] Zesílený pigtail s kabelem Ø 4 mm. *OFA s.r.o. - Optické kabely a optické sítě* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/219_1_2_07-1-02-pigtaily-4mm.pdf
- [17] Ma-Fia s.r.o. |Ochrana svaru, předsmrštěná, 40mm, 2,5mm (drát 1,2mm). *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové sítě*. [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.ma-fia.cz/ochrana-svaru-predsmrstena-40mm-2-5mm-drat-1-2mm-p498/>
- [18] MaxLink SFP modul, 1,25Gbit, SM, Tx 1550/Rx1310nm, | CZC.cz. *CZC.cz - rozumíme vám i elektronice* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.czc.cz/maxlink-sfp-modul-1-25gbit-sm-tx-1550-rx1310nm-3km-1x-sc-konektor-ddm-cisco-kompatibilni/286325/produkt>

- [19] Tehalit.BRHP Parapetní kanál PC/ABS, bezhalogenový s výškou od 65 mm a lícujícím víkem 80 mm. *Hager Electro On-line katalog Hager* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.hager.cz/katalog-produktu/systemy-pro-ukladani-vedeni/tehalit.br-parapetni-elektroinstalacni-kanaly/elektroinstalacni-kanal-plastovy-bezhalogenovy-tehalit.brhp/tehalit.brhp-parapetni-kanal-pc-abs-bezhalogenovy-s-vyskou-od-65-mm-a-licujicim-vikem-80-mm/54725.htm>
- [20] LIŠTA HRANATÁ BEZHALOGENOVÁ | KOPOS KOLÍN a.s. *Česká republika* | *KOPOS KOLÍN a.s.* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs/produkt/2414-lista-hranata-bezhalogenova>
- [21] Bezhalogenová tuhá hrdlovaná trubka s nízkou mechanickou odolností. *Česká republika* | *KOPOS KOLÍN a.s.* [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs/produkt/1960-bezhalogenova-tuha-hrdlovana-trubka-s-nizkou-mechanickou-odolnosti>
- [22] Instalační krabička - VICTORIA DESIGN. *Stylové litinové radiátory, zásuvky a vypínače* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://www.victoriadesign.cz/instalacni-krabicka/?gclid=Cj0KCQjws-OEBhCkARIsAPhOkIYNd_TmhJg4Ib5i7WNI2OeHGBiEci-0klv15VEY8TWflyFILjj2V2EaAig6EALw_wcB
- [23] Kryt zásuvky ABB Tango pro 3 moduly MiniCom bílá | KASSEX. *KASSEX* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://eos.kassex.cz/kryt-zasuvky-abb-tango-pro-3-moduly-minicom-bila/>
- [24] PANDUIT | CP245E88BLY. *Panduit | Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/en/products/copper-systems/patch-panels-accessories/populated-patch-panels/cp245e88bly.html>
- [25] UTP MiniJack RJ45 cat .5 - černý | KASSEX. *KASSEX* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://eos.kassex.cz/utp-minijack-rj45-cat-5-cerny/>
- [26] Optické Rozváděče 600 B2, 600 B3. *OFA s.r.o. - Optické kabely a optické sítě* [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/53_1_2_06-o-02-600b.pdf

- [27] Triton vyvazovací panel RAB-VP-X22-A1, 19", 2U, 70x85mm, 6x háček, černý | CZC.cz. *CZC.cz - rozumíme vám i elektronice* [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.czc.cz/triton-vyvazovaci-panel-rab-vp-x22-a1-19-2u-70x85mm-6x-hacek-cerny/217722/produkt>
- [28] BOXED S.R.O. *ITveškole.cz - Instalace STANDARD: Obsluha Windows Server 2008 R2*. Praha, 2009.
- [29] Synology RS820+ - Datové úložiště | Alza.cz. *Alza.cz - nakupujte bezpečně z pohodlí domova | Alza.cz* [online]. [cit. 2021-05-23]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/synology-rs820-d5707737.htm#parametry>
- [30] Legrand EvoLine nástěnný datový rozvaděč 9U, 600x600mm, 65kg, skleněné dveře. *CZC.cz - rozumíme vám i elektronice* [online]. [cit. 2021-05-23]. Dostupné z: <https://www.czc.cz/legrand-evoline-nastenny-datovy-rozvadec-9u-600x600mm-65kg-sklenene-dvere/266694/produkt>
- [31] Jak mohou implementovat řešení SSO na zařízení Synology NAS se službou Azure AD Domain Services?. *Synology Inc.* [online]. [cit. 2021-05-23]. Dostupné z: https://www.synology.com/cs-cz/knowledgebase/DSM/tutorial/Management/How_to_join_NAS_to_Azure_AD_Domain#x_anchor_id7
- [32] RUA-06-AS5 - 19" nástěnný rozvaděč Triton 6U hl.500mm. *Rackshop.cz - Datové rozvaděče Triton a příslušenství* [online]. [cit. 2021-05-23]. Dostupné z: <https://www.rackshop.cz/p/rua-06-as5-19-nastenny-rozvadec-triton-6u-hl-500mm>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AP – Access Point

WiFi – Wireless Fidelity

PoE – Power over Ethernet

LAN – Local Area Network

MAN – Metropolitan Area Network

WAN – Wide Area Network

TCP – Transmission Control Protocol

UDP – User Datagram Protocol

IP – Internet Protocol

FTP – File Transfer Protocol

DNS – Domain Name Server

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

CSMA-CD – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

UTP – Unshielded Twisted Pair

STP – Shielded Twisted Pair

FTP – Foiled Twisted Pair

MMF – Multi Mode Fiber

SMF – Single Mode Fiber

SSID – Service Set Identifier

WPA – Wifi Protected Access

ACL – Access Control listopad

QoS – Quality of Service

AD DS – Active Directory Domain Services

MS – Microsoft

WBS – Work Breakdown Structure

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: WBS projektu.....	77
Graf 2: Ganttův diagram projektu.....	78

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Půdorys budovy základní školy	16
Obrázek 2: Řez optickým kabelem	36
Obrázek 3: Jednovidová vlákna	37
Obrázek 4: Mnohovidová vlákna.....	37
Obrázek 5: Přenos signálu jednovidovým a mnohovidovým vláknem.....	38
Obrázek 6: Návrh zapojení počítačové sítě	41
Obrázek 7: Switch CRS326-24G-2S+RM.....	43
Obrázek 8: Access Point cAP ac.....	44
Obrázek 9: Synology RS820+	45
Obrázek 10: Pokrytí signálem 2,4 GHz.....	46
Obrázek 11: Pokrytí signálem 5 GHz.....	46
Obrázek 12: UTP Cat 5e LSZH.....	47
Obrázek 13: EZ-Bend 3,0 mm EasyStrip	48
Obrázek 14: Patch cord, flexibilní vlákno G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1 m, bílý.....	48
Obrázek 15: Pigtail SC/APC 9/125 2 m, G657A, těsná ochrana.....	48
Obrázek 16: Předsmrštěná ochrana sváru, 40 mm, 2,5 mm	49
Obrázek 17: Zesílený pigtail, ø4 mm	49
Obrázek 18: Účastnická optická zásuvka 8686	49
Obrázek 19: SFP modul ML-S5531-20-SC.....	50
Obrázek 20: tehalit.BRHP parapetní kanál PC/ABS, bezhalogenový	51
Obrázek 21: hranatá bezhalogenová lišta Kopos	51
Obrázek 22: Bezhalogenová hrdlová trubka Kopos.....	52
Obrázek 23: Kryt zásuvky ABB tango.....	52
Obrázek 24: Instalační krabička Varilight.....	52
Obrázek 25: Patchpanel CP245E88BLY.....	53
Obrázek 26: UTP MiniJack RJ45 Cat 5	53
Obrázek 27: Legrand EvoLine nástěnný datový rozvaděč 9U, 600x600mm.....	54
Obrázek 28: Triton RUA-06-AS5 – 19“, hl.500mm.....	55
Obrázek 29: Triton RAB-VP-X22-A1 - 19".....	55

Obrázek 30: Optický rozváděč 600.....	55
Obrázek 31: Volba domény	58
Obrázek 32: DNS záznamy pro připojení domény	59
Obrázek 33: Výběr způsobu připojení domény	59
Obrázek 34: Dokončení nastavení domény	60
Obrázek 35: Volba výchozí domény	60
Obrázek 36: Tvorba uživatelského jména	61
Obrázek 37: Přiřazení licencí na produkty	62
Obrázek 38: Určení rolí pro uživatele	63
Obrázek 39: Volba uživatelských zásad.....	64
Obrázek 40: Vytvoření domény spravované službou Azure	Chyba! Záznam není definován.
Obrázek 41: Základní nastavení domény	65
Obrázek 42: Nastavení virtuální sítě a podsítě domény	66
Obrázek 43: Nastavení správce domény	66
Obrázek 44: Připojení Synology NAS k doméně	67
Obrázek 45: Dokončení připojování Synology NAS k doméně.....	67
Obrázek 46: Vytvoření nové registrace aplikace	68
Obrázek 47: Základní údaje o aplikaci AzureSSO	69
Obrázek 48: Vytvoření nového tajného klíče klienta. Chyba! Záznam není definován.	
Obrázek 49: Konfigurace tajného klíče klienta	70
Obrázek 50: Informace o vytvořeném tajném klíči klienta	71
Obrázek 51: Nastavení SSO v systému DMS.....	72
Obrázek 52: Okno úpravy profilu pro SSO	72
Obrázek 53: Dokončení nastavení jednotného přihlášení služby Azure v zařízení Synology NAS	73

SEZNAM TABULEK

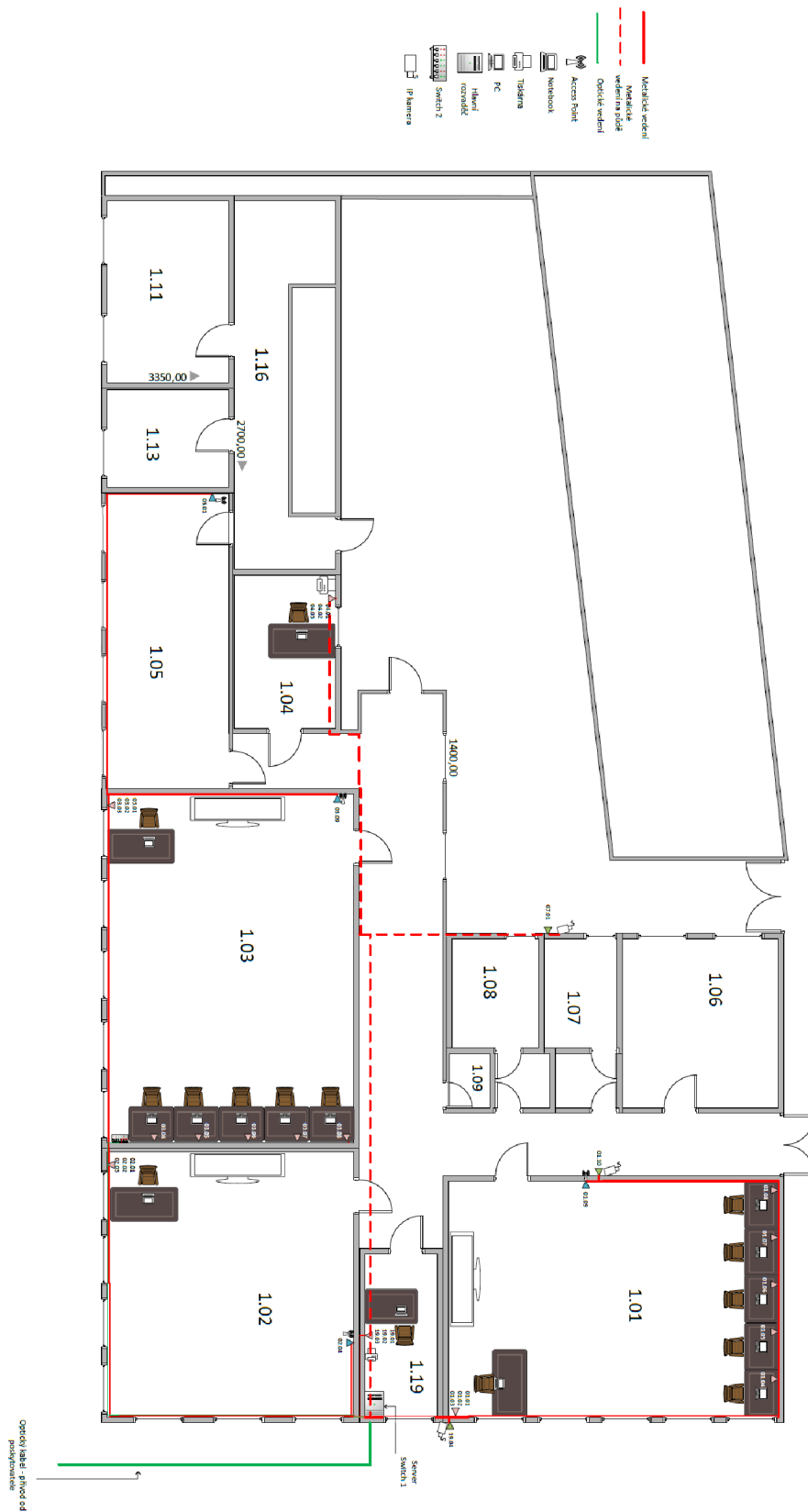
Tabulka 1: Kategorie kabelů.....	35
Tabulka 2: Datová struktura a oprávnění	75
Tabulka 3: Rozdělení IP adres	76
Tabulka 5: Náklady za materiál a produkty.....	79
Tabulka 6: Náklady za aktivní prvky	80
Tabulka 7: Celková cena za projekt.....	80

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Návrh kabelových tras v budově základní školy	I
Příloha č. 2: Kabelové tabulky	II
Příloha č. 3: Schéma zapojení patchpanelů	III

Příloha č. 1: Návrh kabelových tras v budově základní školy

(Zdroj: Vlastní zpracování)



Příloha č. 2: Kabelové tabulky

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Místnost	Číslo místnosti	Patchpanel	Port patchpanelu	Zásuvka	Port zásuvky	Značení portu	Určení portu	Značení kabelu	Označení switche	Délka kabelu
Ředitelna	1.19	1	1	1	1	19.01	PC	19.01	SW1	4 m
	1.19	1	2	1	2	19.02	Tiskárna	19.02	SW1	4 m
	1.19	1	3	1	3	19.03	Volný port	19.03	SW1	4 m
	1.19	1	4	2	1	19.04	IP kamera	19.04	SW1	6 m
Třída 1	1.01	1	5	1	1	01.01	PC	01.01	SW1	5 m
	1.01	1	6	1	2	01.02	Interaktivní tabule	01.02	SW1	5 m
	1.01	1	7	1	3	01.03	Volný port	01.03	SW1	5 m
	1.01	1	8	2	1	01.04	PC	01.04	SW1	12,5 m
	1.01	1	9	3	1	01.05	PC	01.05	SW1	13,5 m
	1.01	1	10	4	1	01.06	PC	01.06	SW1	14,5 m
	1.01	1	11	5	1	01.07	PC	01.07	SW1	15,5 m
	1.01	1	12	6	1	01.08	PC	01.08	SW1	16,5 m
	1.01	1	13	7	1	01.09	Access Point	01.09	SW1	25 m
	1.01	1	14	8	1	01.10	IP kamera	01.10	SW1	26 m
Družina	1.02	1	15	1	1	02.01	PC	02.01	SW1	15 m
	1.02	1	16	1	2	02.02	Interaktivní tabule	02.02	SW1	15 m
	1.02	1	17	1	3	02.03	Volný port	02.03	SW1	15 m
	1.02	1	18	2	1	02.04	Access Point	02.04	SW1	2,5 m
Sborovna	1.04	1	19	1	1	04.01	PC	04.01	SW1	25 m
	1.04	1	20	1	2	04.02	Tiskárna	04.02	SW1	25 m
	1.04	1	21	1	3	04.03	Volný port	04.03	SW1	25 m
Dvůr	1.07	1	22	1	1	07.01	IP kamera	07.01	SW1	21 m
Třída 2	1.03	2	1	1	1	03.01	PC	03.01	SW2	10 m
	1.03	2	2	1	2	03.02	Interaktivní tabule	03.02	SW2	10 m
	1.03	2	3	1	3	03.03	Volný port	03.03	SW2	10 m
	1.03	2	4	2	1	03.04	PC	03.04	SW2	1,5 m
	1.03	2	5	3	1	03.05	PC	03.05	SW2	2,5 m
	1.03	2	6	4	1	03.06	PC	03.06	SW2	3,5 m
	1.03	2	7	5	1	03.07	PC	03.07	SW2	4,5 m
	1.03	2	8	6	1	03.08	PC	03.08	SW2	5,5 m
1.03	2	9	7	1	03.09	Access Point	03.09	SW2	17 m	
Jídelna	1.05	2	10	1	1	05.01	Access Point	05.01	SW2	24 m

Místnost	Číslo místnosti	Optický rozváděč	Port optického rozváděče	Optická zásuvka	Port optické zásuvky	Označení portu	Určení portu	Označení kabelu	Označení switche	Délka kabelu
Ředitelna	1.19	O1	1	OZ1	1	SW1	Switch	O1.19	SW1	2 m
Třída 2	1.03	O1	2	OZ2	1	SW2	Switch	O1.03	SW2	20 m

Příloha č. 3: Schéma zapojení patchpanelů

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Patchpanel 1 - ředitelna																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
19.01	19.02	19.03	19.04	01.01	01.02	01.03	01.04	01.05	01.06	01.07	01.08	01.09	01.10	02.01	02.02	02.03	02.04	04.01	04.02	04.03	07.01	X	X
Patchpanel 2 - Třída 2																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
03.01	03.02	03.03	03.04	03.05	03.06	03.07	03.08	03.09	05.01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X