



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 STŘEDNÍ ŠKOLU

HIGH SCHOOL COMPUTER NETWORK DESIGN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Roman Jarolímek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Roman Jarolímek**
Vedoucí práce: **Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: Manažerská informatika

Garant studijního programu 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 bakalářskou práci s názvem:

Návrh počítačové sítě pro střední 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.

SCHATT, S. Počítačové sítě LAN od A do Z. 1. vyd. Praha: Grada, 1994. 378 s. ISBN 80-85623-76-5.

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23.

V Brně dne 5. 2. 2023

L. S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D. garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tématem bakalářské práce je návrh počítačové sítě pro střední školu GPOA Znojmo s cílem kompletně rekonstruovat stávající síť, která je zastaralá a nedostačující pro aktuální kapacity. Práce se opírá o analýzu současného stavu a teoretickou část, která poskytuje informace o nedostacích stávající sítě a klíčových faktorech pro porozumění projektu. Výstupem práce bude kompletní dokumentace, sloužící k následné realizaci sítě.

Klíčová slova

aktivní prvky, datový rozvaděč, počítačová síť, strukturovaná kabeláž, topologie

Abstract

The topic of the bachelor thesis is the design of a computer network for the secondary school GPOA Znojmo in order to completely reconstruct the existing network, which is outdated and insufficient for the current capacity. The thesis is based on an analysis of the current situation and a theoretical part that provides information about the shortcomings of the existing network and key factors for understanding the project. The output of the work will be a complete documentation for the subsequent implementation of the network.

Keywords

active elements, data cabinet, computer network , structured cabling, topology

Bibliografická citace

JAROLÍMEK, Roman. *Návrh počítačové sítě pro střední školu*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/149899>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská 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 14. 5. 2023

Roman Jarolímek

autor

Poděkování

Rád bych srdečně poděkoval panu Ing. Viktorovi Ondrákovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a poskytnutí cenných rad.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE	12
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	13
2.1 Základní informace.....	13
2.2 Popis školy.....	13
2.3 Historie budovy školy.....	14
2.4 Popis budovy	14
2.4.1 První patro.....	15
2.4.2 Druhé patro	16
2.4.3 Třetí patro	17
2.5 Popis aktuálního stavu	19
2.5.1 Hardware.....	20
2.5.2 Software	20
2.6 Požadavky investora	20
2.7 Shrnutí analýzy	21
3 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE	22
3.1 Počítačová síť	22
3.2 Členění sítí.....	22
3.2.1 Podle rozsahu	22
3.2.2 Podle topologie	23
3.3 Síťové architektury	26
3.3.1 Model ISO/OSI.....	26
3.3.2 Architektura TCP/IP	31
3.4 Ethernet.....	34
3.5 Aktivní prvky.....	35
3.5.1 Hub.....	35
3.5.2 Bridge.....	35
3.5.3 Switch	36
3.5.4 Router.....	36
3.6 Přenosová prostředí	36

3.7	Komunikační infrastruktura.....	39
3.8	Kabelážní systém.....	40
3.8.1	Základní normy.....	40
3.8.2	Základní pojmy.....	41
3.8.3	Sekce kabelážního systému.....	41
3.8.4	Prvky kabelážního systému.....	43
4	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ.....	46
4.1	Technologie a topologie.....	46
4.2	Přípojná místa.....	46
4.2.1	Návrh počtu přípojných míst.....	46
4.2.2	Umístění přípojných míst.....	47
4.3	Kabelové trasy.....	48
4.3.1	První patro.....	48
4.3.2	Druhé patro.....	49
4.3.3	Třetí patro.....	50
4.3.4	Páteřní vedení.....	52
4.4	Přenosová prostředí.....	53
4.4.1	Kabely.....	53
4.4.2	PatchCordy.....	54
4.5	Prvky konektivity.....	54
4.5.1	Datové zásuvky.....	54
4.5.2	Moduly Keystone.....	55
4.5.3	Patch panel.....	55
4.6	Prvky organizace.....	56
4.6.1	Datový rozvaděč.....	56
4.7	Prvky vedení kabeláže.....	59
4.7.1	Žlaby.....	59
4.7.2	Elektroinstalační trubka.....	61
4.8	Systém značení.....	62
4.9	Logické schéma sítě.....	63
4.10	Aktivní prvky.....	63
4.10.1	Switch.....	63

4.10.2	Router	64
4.10.3	Access Point	65
4.11	Ekonomické zhodnocení	66
ZÁVĚR	.....	67
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	.....	68
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	.....	70
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	.....	72
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	.....	73
SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH	.....	74

ÚVOD

Návrh počítačových sítí je stále důležitější vzhledem k rozvoji nových technologií a zvyšování požadavků na výkon a rychlost přenosu dat. Správně vybudovaná počítačová síť zefektivňuje tok dat a umožňuje lepší komunikaci mezi zařízeními. Tato bakalářská práce se zabývá vytvořením počítačové sítě pro střední školu GPOA Znojmo.

Aby mohly v dnešní době střední školy úspěšně vzdělávat a zkvalitňovat vzdělávací proces, je kvalitní a moderní počítačová síť nedílnou součástí každodenního provozu. Tím, jak se vzdělávání přesouvá stále více do online prostředí, tak roste potřeba kvalitní a důvěryhodné sítě.

Tato práce se bude zabývat návrhem zcela nové počítačové sítě pro střední školu, protože síť stávající již nesplňuje požadavky pro plynulost výuky.

1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je návrh počítačové sítě pro střední školu GPOA Znojmo se záměrem kompletně rekonstruovat stávající síť, která již nedostačuje aktuálním požadavkům. Síť je zastaralá a nespĺňuje potřebné kapacity pro plynulý provoz.

Návrh bude vytvořen na základě požadavků investora, poznatků z analýzy současného stavu a teoretického východiska práce. Cílem je vytvořit síť s dostatečným počtem přípojných míst a zajistit stabilní bezdrátové prostředí.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Základní informace

Oficiální celý název školy: Gymnázium, Střední pedagogická škola, Obchodní akademie a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Znojmo, příspěvková organizace

Ulice: Pontassievská 3

Číslo popisné stavby: 350

PSČ: 669 02

Město: Znojmo

IZO organizace: 102867135

IZO právnické osoby: 600015785

IČ: 49438816

DIČ: CZ49438816

ID datové schránky: 5yqx84s

(GPOA.CZ, 2023)

2.2 Popis školy

Škola vznikla sloučením škol Gymnázium a Střední odborná škola pedagogická, Znojmo a Obchodní akademie a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, Znojmo v rámci optimalizace škol. Ředitelna školy sídlí v budově Pontassievská 3. V této budově se vyučují obory Gymnázia, Pedagogiky a Sociální činnosti. Budovu Obchodní akademie nalezneme na adrese Přemyslovců 4. Obchodní akademie je historická budova o třech patrech, kde se vyučují obory Informační technologie a Obchodní akademie. Všechny obory studia jsou zakončeny maturitní zkouškou (GPOA.CZ, 2023).

2.3 Historie budovy školy

Budova obchodní akademie má velice bohatou minulost. V dávných dobách sloužila jako klášter řádu minoritů, později i řádu klarisek. Budova vypadala zcela odlišně oproti aktuálním půdorysům školy, protože tehdejší klášter sahal až do prostor dnešního Jihomoravského muzea a v oblasti školního dvora se nacházel kostel.

V roce 1494 vzniknul v areálu požár, který zapříčinil vyhoření společného kostela a značně poškodil prostory obou řádů.

V 16. století se do prostor nastěhoval řád františkánů, avšak řád musel prostory opustit začátkem třicetileté války a do areálu se navrátil po ukončení bitvy na Bílé hoře.

Od roku 1758 byla budova užívána jako špitál a následně byl roku 1784 klášter zrušen.

Jako špitál byla budova využívána ještě během napoleonských válek v roce 1809.

Roku 1820 byla budova ve velice špatném stavu, a proto byly vydány plány ohledně přestavby na vězení, které byly schváleny až v roce 1825.

V 19. století byla budova užívána jako Německé gymnázium.

Česká obchodní škola v letech 1919–1931.

Veřejná obchodní škola v letech 1931–1946.

Obchodní akademie ve Znojmě v letech 1946–1949.

Vyšší hospodářská škola v letech 1949–1961.

Střední ekonomická škola v letech 1961–1991.

Obchodní akademie Znojmo v letech 1989–2005.

(FLIPHTML5.CZ, 2017)

2.4 Popis budovy

Budova obchodní akademie ve Znojmě je historická budova, ve které se nachází tři patra, která projdou rekonstrukcí strukturované kabeláže. Ve třetím patře se nachází nově přistavěné křídlo s podkrovními okny pro navýšení kapacit počítačových tříd.

Je to také jediné místo v budově, kde se nachází podhledy a duté podlahy. Zdi a stropy jsou zde ze sádkartonu.

Jedná se o historickou budovu s tlustými stěnami bez podhledů a dutých podlah. Datové rozvaděče jsou v různých částech budovy bez jakéhokoliv uspořádání.

Pro vedení kabeláže bude možné částečně využít trasy starého vedení, ale vzhledem ke skutečnosti, že nebyla kabeláž doposud evidována a není zřejmé kudy přesně vede, není možné zakreslit její trasy. S navýšením kapacit přípojek bude zapotřebí díry samozřejmě vhodně přizpůsobit.

2.4.1 První patro

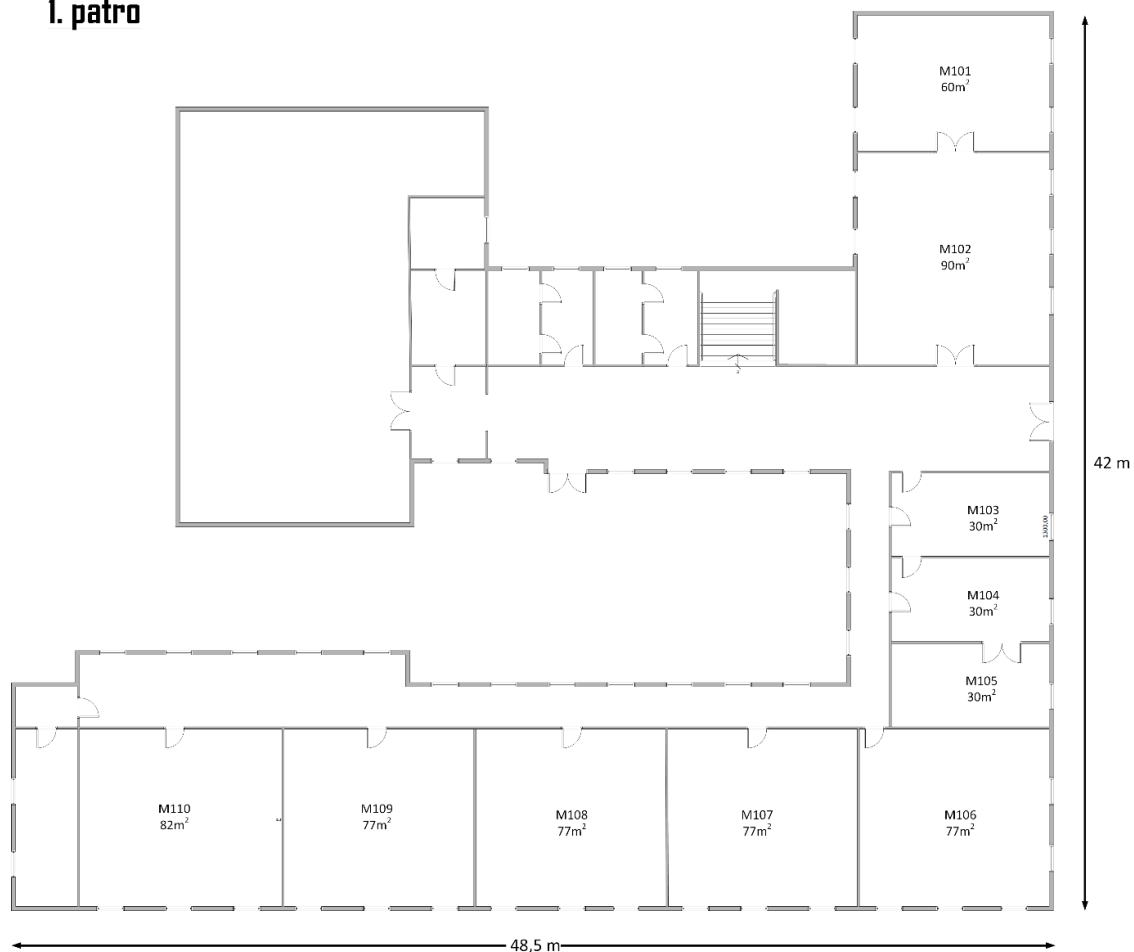
Investor požaduje v prvním patře počítačovou síť, konkrétně v deseti místnostech.

M101, M102 – V těchto prostorách se nachází společenská místnost. Investor požaduje připojení přístupového bodu.

M103, M104, M105 – Místnosti vyhrazené pro školní bufet. Je požadováno připojení kasy a jednoho počítače.

M106, M107, M108, M109, M110 – Je požadováno připojení učitelského počítače do každé ze tříd. Do tříd M107 a M109 je požadována instalace přístupových bodů.

I. patro



Obrázek 1: Půdorys 1.NP

[Zdroj: Vlastní zpracování]

2.4.2 Druhé patro

Ve druhém patře je kladen požadavek na připojení čtrnácti místností, z čehož jedna je počítačová.

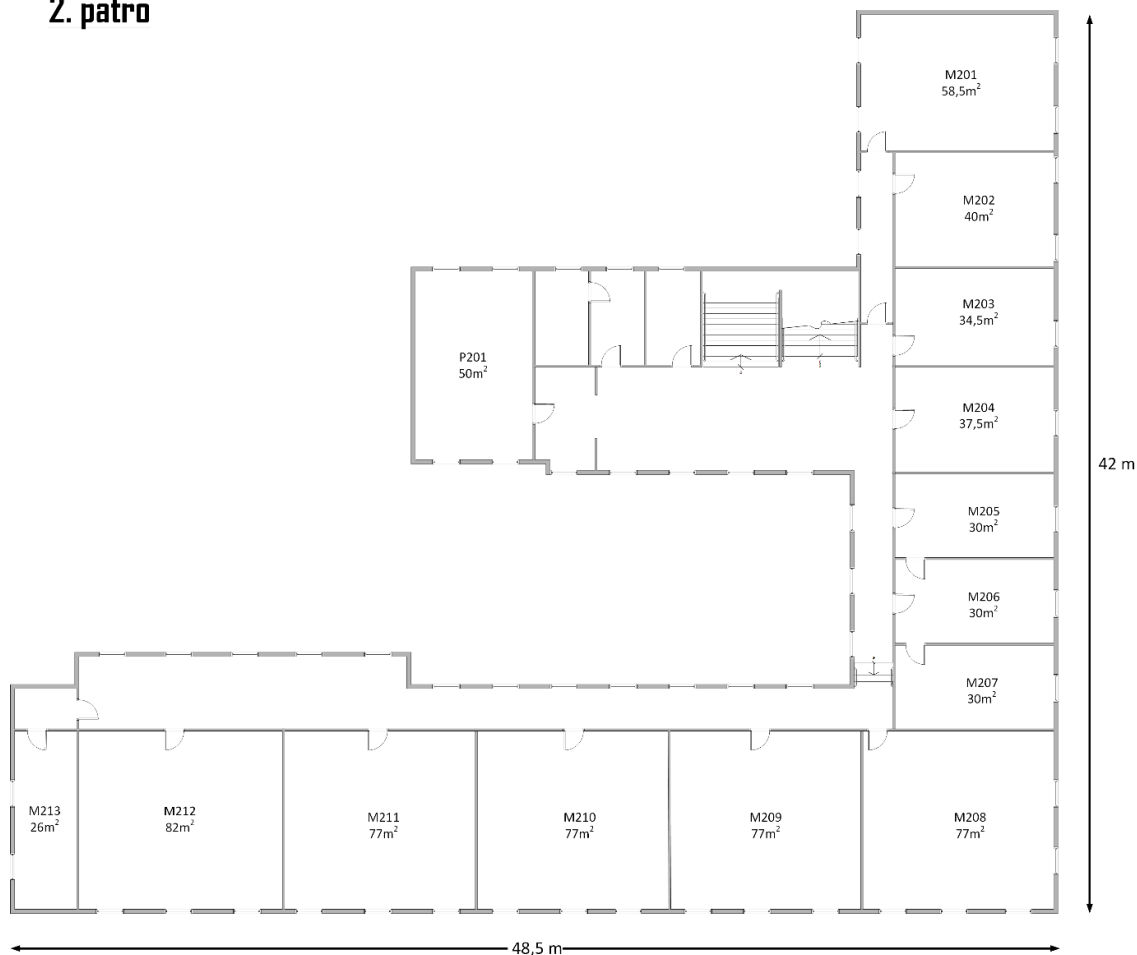
M201, M202 – Je vyžadováno připojení tří počítačů a jedné tiskárny do obou sboroven. V místnosti M202 je vyžadován přístupový bod.

M203, M204, M205, M206, M207 – Samostatné kabinety, ve kterých je požadováno zapojení jednoho počítače a vytvoření rezervy pro budoucí využití. V místnosti M205 je vyžadován přístupový bod.

M208, M209, M210, M211, M212 – Je požadováno připojení učitelského počítače do každé ze tříd. Do tříd M209 a M211 je požadována instalace přístupových bodů.

P201 – Investor vyžaduje připojit 16 studentských počítačů, 1 učitelský počítač, tiskárnu a přístupový bod.

2. patro



Obrázek 2: Půdorys 2.NP

[Zdroj: Vlastní zpracování]

2.4.3 Třetí patro

Ve třetím patře je vyžadováno připojení 14 místností, z čehož 3 jsou počítačové.

M301 – Aula sloužící pro přednášky. Požadavek je kladen na připojení jednoho počítače, vytvoření rezervy pro tiskárnu a připojení jednoho přístupového bodu.

M302 – Požadavek na připojení tří počítačů a tiskárny.

M303 – Kancelář, kde je nutné zapojit 1 počítač, jeden přístupový bod a vytvořit rezervu pro tiskárnu.

M304 – Kancelář učitelů ekonomiky. Bude nutné připojit 3 počítače a tiskárnu.

M305, M306, M307, M308, M309, M310 – Je požadováno připojení učitelského počítače do každé ze tříd. Do tříd M306 a M308 je požadována instalace přístupových bodů.

M311 – Sborovna informatiky, kde je nutné připojit 2 počítače a tiskárnu.

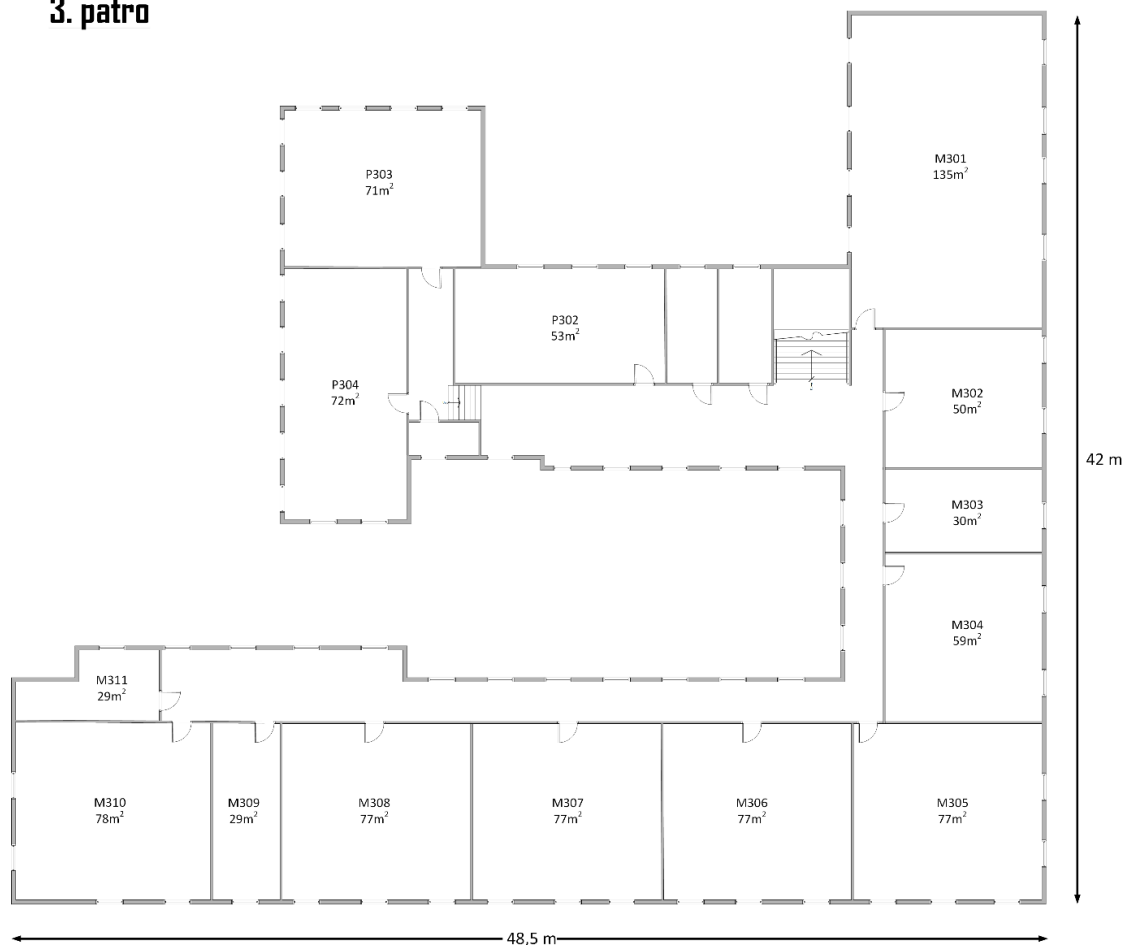
P302 – Počítačová učebna, kde bude nutné připojit 20 studentských koncových stanic a učitelský počítač s tiskárnou.

P303 – Počítačová učebna, kde bude nutné připojit 16 studentských koncových stanic a učitelský počítač s tiskárnou.

P304 – Počítačová učebna, kde bude nutné připojit 30 studentských koncových stanic a učitelský počítač s tiskárnou.

Do počítačových učeben je také kladen požadavek na připojení přístupového bodu.

3. patro



Obrázek 3: Půdorys 3.NP

[Zdroj: Vlastní zpracování]

2.5 Popis aktuálního stavu

Vzhledem ke skutečnosti, že aktuální síť již nevyhovuje potřebným kapacitám, se rozhodlo o její renovaci. Kapacity datových zásuvek ve třídách nedostačují novodobým nárokům a byl vznesen požadavek na zavedení bezdrátového připojení, které doposud nepokrývalo všechny místnosti, a často docházelo k přetěžování přístupových bodů. Aktuální vedení již nevyhovuje také z důvodu, že značná část kabeláže vede neuspořádaně a volně ke koncovým stanicím, což se jeví jako nebezpečné a nepřehledné.

Restrukturalizací musí projít také popis kabeláže, aby bylo vždy zřejmé, o jakou kabeláž se jedná, což se doposud příliš neřešilo. V síti se prováděly během let změny,

a proto není evidované, jak síť přesně vypadá. To zapříčinilo fakt, že není možné dohledat dokumentaci tras aktuálního vedení.

2.5.1 Hardware

Během let se síť mnohokrát obměňovala a s ní i její hardware. Pokud bylo zapotřebí navýšit kapacity portů, byly vybírány nejlevnější varianty switchů od různých značek, což vedlo k nestandardizovanému zapojení k síti. Aktivní prvky se dokupovaly postupně během let, až bylo zapotřebí navýšit kapacity koncových stanic a byly vyhrazeny potřebné finanční prostředky, což vedlo k tomu, že se aktuálně v síti nacházejí switche různých značek jako jsou Cisco a HP.

2.5.2 Software

Na koncových stanicích v počítačových učebnách, třídách a kabinetech se nachází operační systém Windows 10. Na každém PC v prostorách školy nalezneme také antivirus Avast, který slouží jako základní ochrana před nežádoucím malwarem a viry. Základním předinstalovaným programem ve všech zařízeních je Microsoft Office, který slouží jak pro výuku jeho funkcí, tak pro jeho samostatné využití ve výuce. Počítače jsou určeny primárně pro výuku informatiky, a proto v nich nalezneme nainstalovaný program Oracle VirtualBox pro výuku ve virtuálním prostředí Microsoft serveru a Linuxu. Dále zde nalezneme grafický editor Corel Draw pro výuku základních principů grafického designu. Pro programátory webových stránek nalezneme v počítačích program PSPad editor.

2.6 Požadavky investora

Investor požaduje vybudovat zcela novou počítačovou síť. Nutností je dostatečný počet portů, jak pro aktuální stav sítě, tak pro její budoucí vytížení. V počítačových učebnách došlo k navýšení kapacit koncových stanic, a proto bude zapotřebí nové vedení, které má být realizováno pomocí PVC žlabů až ke koncovým stanicím. Je kladen požadavek na zachování jednotného designu zásuvek v celém objektu. Zásuvky mají být instalovány přímo do žlabu, nebo na zeď, ke které povede vedení pomocí lišt, nebo pomocí elektroinstalačních trubek.

V učebnách budou zavedeny nové datové zásuvky pro připojení učitelových počítačů a případné připojení tiskárny. V některých místnostech je kladen požadavek na realizaci přístupových bodů pro zaručení dostatečného pokrytí bezdrátového připojení a zlepšení stability sítě.

Požadavek je kladen také na centrální správu sítě. Investor vyžaduje realizaci pomocí aktivních prvků značky Ubiquiti, aby měl k dispozici webové rozhraní pro centrální správu.

Rozpočet investor pevně nestanovil, ale je kladen požadavek na realizaci za co nejnižší ceny, ovšem ne na úkor kvality.

Vedení musí být v místnostech realizováno pomocí PVC žlabů nebo lišt. V počítačových učebnách musí být vedeny zásuvky do blízkosti koncových stanic.

2.7 Shrnutí analýzy

Podle již zmiňovaných informací je zřejmé, že bude zapotřebí vybudovat zcela novou počítačovou síť. Aktuální síť již nesplňuje normy, kabeláž je vedena volně a není zřejmé, kudy kabeláž přesně vede. V síti se nachází různé aktivní prvky s nevhodným zapojením. Nově je kladen důraz na realizaci nové sítě pomocí aktivních prvků značky Ubiquiti.

Je požadováno navýšení přípojních míst a realizace stabilního bezdrátového připojení v celém areálu školy.

V počítačových učebnách musí být nově kabeláž vedena až ke koncovým stanicím pomocí PVC žlabů nebo lišt, protože aktuální stav, kdy je kabeláž vedena volně, je nepřijatelný.

Celá síť musí být nově řádně zdokumentována a evidována. Všechny důležité segmenty sítě musí být popsány pomocí štítků.

3 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

3.1 Počítačová síť

„Počítačová síť je spojení nebo sada spojení mezi dvěma nebo více počítači za účelem výměny dat mezi nimi“ (SOSINSKY, 2010, s. 27).

3.2 Členění sítí

3.2.1 Podle rozsahu

Podle rozlehlosti dělíme sítě do několika skupin.

WAN – Wide Area Networks

Jedná se o rozlehlou síť, kterou vytvoříme za pomoci spojení více sítí LAN. Máme čtyři nejčastější způsoby realizace této sítě (SOSINSKY, 2010, s. 320).

První způsob realizace je pronájem linky, který se jeví sice jako nejbezpečnější, ale zároveň jako nejdražší varianta. Jedná se o vyhrazený spoj mezi dvěma body, nazývaný také point-to-point (SOSINSKY, 2010, s. 320).

Druhý ze způsobů se nazývá přepojování okruhů. Daný typ spojení se používá při telefonních sítích. Je vyhrazen okruh mezi koncovými body s pevnou přenosovou kapacitou. Je nutné sestavit spojení před zahájením spojení, ale jedná se o nejlevnější variantu připojení. Aplikuje se zde jednoduchý způsob účtování formou režijních nákladů. Kupuje se celý okruh bez ohledu na fakt, zda se celý využije (DONAHUE, 2009).

Třetí variantou je přepojování paketů, což je v dnešní době asi nejčastěji využíváno. Využívají se zde takzvané virtuální okruhy, díky kterým může jednu linku sdílet více systémů. Data, která chceme přenášet, jsou rozdělena do paketů, které nesou informace nejen s daty, ale také s adresami odesílatele a příjemce. Je nutné, aby systémy, co komunikují na stejné lince, využívaly stejný protokol. Není zde pevně stanovena doba přenosu, protože se odvíjí podle zvolené cesty (SOSINSKY, 2010, s. 320).

Poslední variantou je přepojování buněk, která se jeví podobně jako přepojování paketů. Rozdíl je v tom, že namísto paketů jsou posílány takzvané buňky, které mají pevně stanovenou délku. Technologie přepojování buněk je značně závislá na synchronizaci a je poměrně nákladná. Využívá se například pro přenos dat a hlasu (SOSINSKY, 2010, s. 320).

MAN – Metropolitan Area Networks

Síť typu MAN neboli metropolitní je mezistupeň mezi sítěmi WAN a LAN. Pokrytím se jedná o síť řádu města. Jsou zde kladeny požadavky na vysokou přenosovou rychlost, a proto se zde používají optické kabely nebo mikrovlnné spoje. (DONAHUE, 2009).

LAN – Local Area Networks

Následuje nejznámější a nejrozsáhlejší typ sítí a to konkrétně LAN. Daný typ sítě je určen pro lokální využití například v rodinných domech, firmách, školních budovách a podobně. Tento typ sítě si budují typicky na své náklady sami uživatelé. Používají se převážně pro sdílení internetového připojení, tiskáren, skenerů, sdílení prostoru a podobně. Síť typu LAN využívají technologie typu Wi-Fi a Ethernet (SOSINSKY, 2010, s. 280).

PAN – Personal Area Networks

Jedná se o nejmenší typ používaný pro připojení mobilního telefonu, notebooku, či tabletu k síti. Využívá se jen do několika metrů v blízkosti jedné osoby. Typy spojení se zde dělí na drátové, jako například USB, a bezdrátové, jako například Bluetooth (DONAHUE, 2009).

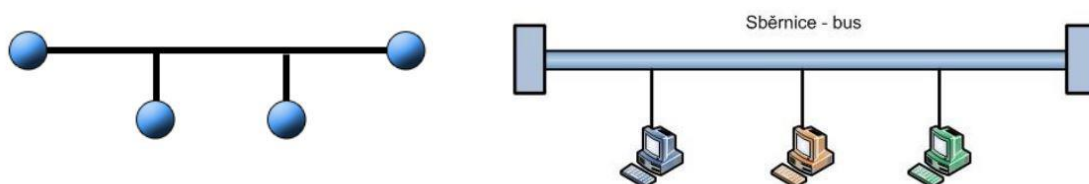
3.2.2 Podle topologie

Topologii můžeme považovat za geometrické uspořádání jednotlivých prvků sítě. V našem případě se bude jednat o propojení jednotlivých koncových uzlů sítě mezi sebou (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 17).

Sběrnice

Všechny uzly v topologii sběrnice jsou připojeny ke stejnému sdílenému přenosovému médiumu. Dané médium umožňuje komunikaci každý s každým, z čehož vyplývá, že daná topologie nemá centrální uzel. Toto zapojení vyžaduje komplikovanější protokoly určené k datovému přenosu po sběrnici. Data putují po celé šířce sběrnice a využívá je pouze uzel, pro který jsou data určena. Přenosovým prostředkem v této topologii je typicky koaxiální kabel (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 103).

Výhodou sběrnice je skutečnost, že se z ní dají lehce odebrat, nebo přidávat uzly a tok informací zůstane neporušen (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 103). Naopak zde nalezneme nevýhody jako jsou omezená vzdálenost, nízká rychlost, omezený počet uzlů nebo obtížné nalezení poruchy (VARNET.CZ, 2022).



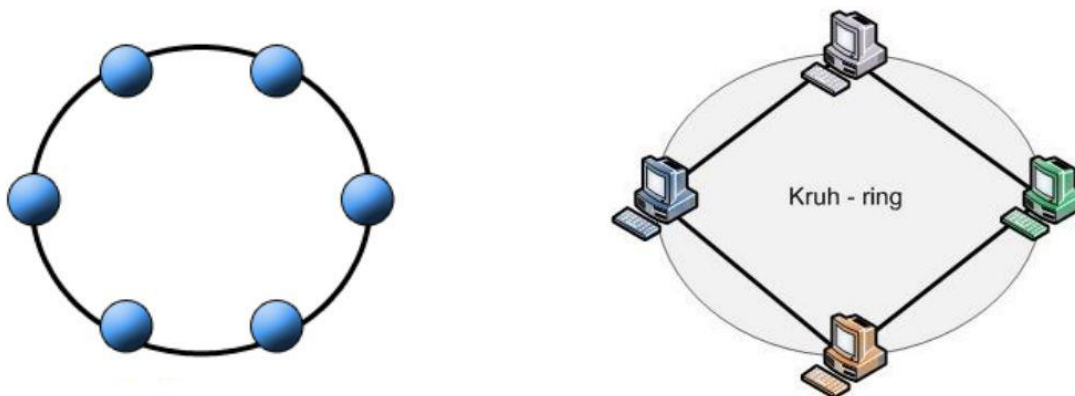
Obrázek 4: Topologie – sběrnice

[Zdroj: VARNET.CZ, 2022]

Kruh

Stejně jako v topologii sběrnice nenalezneme ani v topologii kruh centrální uzel. V této topologii je spojeno každé zařízení s tím následujícím a předchozím. Pokud chtějí zařízení komunikovat s jiným zařízením než se sousedním, probíhá komunikace nepřímou přes další uzly. Zprávy jsou posílány jednosměrně mezi uzly, tudíž zde neřešíme žádné směrování. Pokud zpráva není určena pro daný uzel, pošle se do následujícího uzlu (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 103).

Výhodou topologie kruh je jednoduché předávání zpráv (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 103). Značnou nevýhodou je skutečnost, že pokud je z jakéhokoliv důvodu kruh přerušen, dochází k neprůchodnosti sítě (VARNET.CZ, 2022).



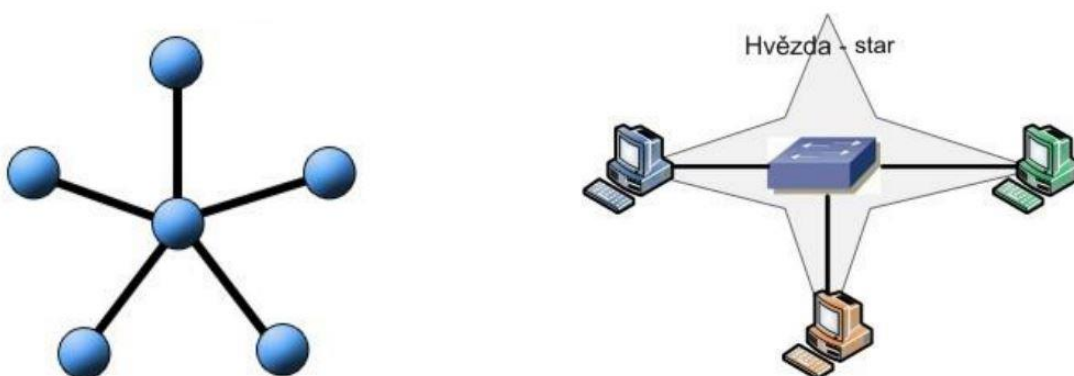
Obrázek 5: Topologie – kruh

[Zdroj: VARNET.CZ, 2022]

Hvězda

Topologie hvězda je nejrozšířenějším typem sítí a používá se při budování systémů strukturované kabeláže. Centrální uzel má zde účel řízení směrování v síti a díky tomu mohou být ostatní uzly v síti velice jednoduché (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 102).

Výhodou této topologie je nižší poruchovost kabelů mezi koncovým a centrálním uzlem, jednoduché protokoly a snadné monitorování. Při výpadku jednoho spoje může také zbytek sítě dále komunikovat, pokud tedy nedojde k výpadku centrálního uzlu. Nalezneme zde nevýhodu ve formě větší spotřeby kabelového vedení (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 103).



Obrázek 6: Topologie – hvězda

[Zdroj: VARNET.CZ, 2022]

3.3 Síťové architektury

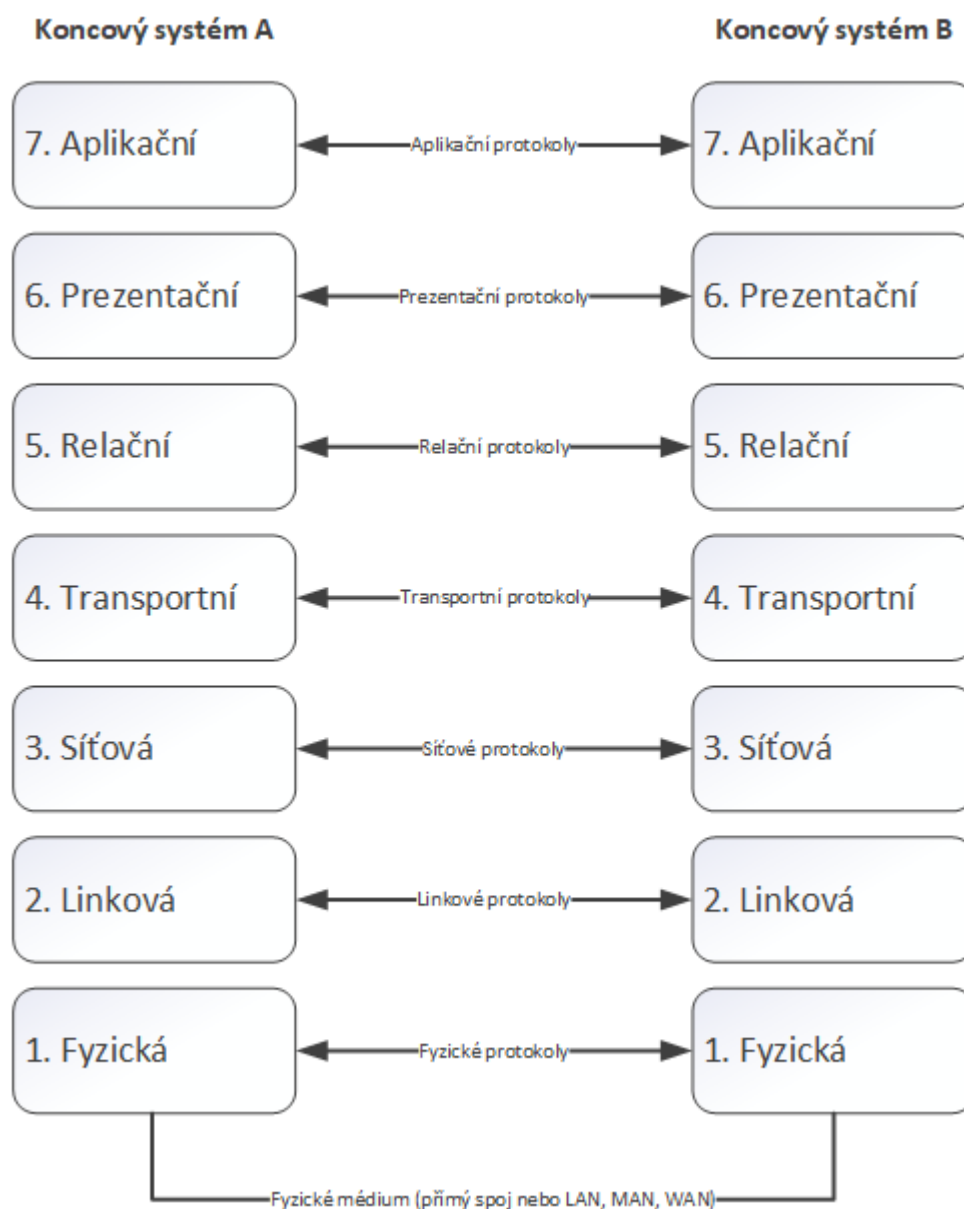
3.3.1 Model ISO/OSI

Nejdůležitějším modelem popisujícím síťovou komunikaci je v dnešní době ISO/OSI. Tento model dělí komunikaci do sedmi vrstev a zavádí jejich používání v procesu, který je nazývaný výměna dat. Při odesílání obalí každá vrstva data dalšími informacemi a při přijímání se tato data využijí a odebírají. Každá vrstva tohoto modelu má pevně stanovenou, jaké funkce musí plnit pro úspěšnou realizaci komunikace s jiným systémem. Vrstvy číslujeme od nejnižší, nazývané fyzická, až po vrstvu nejvyšší, aplikační. Číslujeme směrem nahoru (SOSINSKY, 2010, s. 45).

Komunikace je zahájena vždy v aplikační vrstvě systému, který bude odesílat data. Událost je iniciována většinou příkazem nebo jiným druhem události. Danou událost nazýváme vstupní, nebo výstupní požadavek sloužící k odesílání dat nebo jejich vyhledání na jiném zařízení. Jeho název pochází z anglického názvu Input (vstupní) a Output (výstupní) (SOSINSKY, 2010, s. 46).

Každá vrstva daného modelu využívá služeb sousedních vrstev. Daná vrstva poskytuje služby sousední vyšší vrstvě, pokud samozřejmě vyšší vrstva existuje, a využívá služeb své sousední nižší vrstvy, pokud opět vrstva existuje (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 44).

Tento model je vhodný pro detailní popis komunikace, ale v praxi se málokdy setkáme se situací, kde je síť postavena zcela na tomto modelu. Nejčastěji se setkáme s použitím architektury TCP/IP. Tato architektura je založena na čtyřech vrstvách a používá se zde metoda přepínání paketů (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 44).



Obrázek 7: Vrstvy ISO/OSI

[Zdroj: PUŽMANOVÁ, 2009, s. 43]

Protokoly

Protokoly zajišťují dojem, že spolu entity na stejné vrstvě komunikují. Tato komunikace probíhá ve skutečnosti jen virtuálně, protože reálná komunikace probíhá při přenosu bitů médium. Informace, které jsou odesílány, jsou čitelné jen pro stejnohlé vrstvy na vzdáleném systému a na základě těchto informací daná vrstva pracuje (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 47).

Protokoly musí být přesně specifikovány, aby byla zajištěna kompatibilita. Díky tomu je následně možné zajistit vzájemnou propojitelnost otevřených systémů. V každé vrstvě modelu působí alespoň jeden protokol. Komplexní komunikaci řeší soubor protokolů (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 47).

Protokol definuje protokolová datová jednotka (Protocol Data Unit – PDU) a její formát, jako je kód, délka nebo například uspořádání. Dále musí mít protokol stanovená pravidla pro výměnu protokolových datových jednotek mezi entitami a pravidla pro nastavení měřitelných parametrů, jako například počet opakování, časová prodleva, šíře okna, číslování a podobně. PDU jsou tvořeny záhlavím a uživatelskými daty. Záhlaví obsahuje protokolové řídicí informace (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 47).

Fyzická vrstva

Jedná se o nejnižší vrstvu modelu a stará se o přenášení informací formou bitů z jednoho místa na druhé. Účelem této vrstvy je aktivace, udržování v aktivním stavu a deaktivace spojení, které jsou určené pro přenos bitů. Bity jsou ve fyzické vrstvě přenášeny formou plného, nebo polovičního duplexu, a může být dvoubodové, z anglického názvu point-to-point, nebo mnohobodové, z anglického názvu point-to-multipoint (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 57).

Na fyzické vrstvě je využíváno několik typů médií. Nejznámějším typem jsou asi měděné dráty a kabely. Radíme sem ethernetové kabely, kroucenou dvoulinku a podobně. Druhým typem média je optické vlákno, které funguje na principu světelných paprsků. Posledním typem média je rádiová komunikace využívající například standard Wi-Fi 802.11, mikrovlnné vysílání a podobně. Do této vrstvy spadají také síťové karty, modemy, rozbočovače a podobně (SOSINSKY, 2010, s. 49).

Linková vrstva

Linková vrstva, nazývaná také někdy jako vrstva datových spojů, nebo například spojová vrstva, plní dvě základní funkce, a to vysílání a příjem dat. Na straně vysílající je vrstva zodpovědná za zabalení dat do takzvaných rámců. Díky rámci, který obsahuje všechny potřebné informace, je možné odeslat data po síti LAN do požadovaného cíle. Vrstva pracuje na úrovni lokálních sítí, kde využívá svoji architekturu adresování. Dané

adresování ale platí jen pro síťové zařízení ve stejné síti a umístěné ve stejné doméně (SPORTACK, 2004, s. 12).

Pro zjednodušení realizace se linková vrstva dělí na dvě podvrstvy. První podvrstvu nazýváme LLC, z anglického názvu Logical Link Control, která slouží k poskytování služeb pomocí přístupového bodu služby LLC. Podvrstva LLC zprostředkovává rozhraní mezi přenosovými médii a se sousedními vrstvami (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 56).

Druhou podvrstvu nazýváme MAC, z anglického názvu Media Access Control, která slouží k řízení přístupu k přenosovému médium. Zajišťuje funkce a služby potřebné pro konkrétní přenosový prostředek. Na této úrovni pracují adresy MAC, které nám přesně definují každé fyzické připojení k síti. Tato adresa má délku 48 bitů, z čehož prvních 24 bitů označuje kód výrobce a zbylých 24 bitů kód fyzického rozhraní. Adresy jsou přidělovány tak, aby byly zcela jedinečné (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 56).

Síťová vrstva

Daná vrstva je zodpovědná za komunikaci ve vlastních sítích. Protokoly vrstvy odpovídají za vytvoření cesty mezi zdrojovým a cílovým zařízením. Nenachází se zde nic, co by zabraňovalo detekci či opravě chyb během vysílání. Kvůli tomu je nucena se obracet na linkovou a transportní vrstvu. Je vhodné zmínit, že zdrojové a cílové zařízení se nemusí nacházet ve stejné doméně linkové vrstvy (SPORTACK, 2004, s. 14).

Síťová vrstva využívá mechanismy, které jsou implementovány do řady protokolů, které jsou schopné přenášet data po segmentech v sítích LAN a WAN. Nazýváme je směrovatelné protokoly, protože jejich datagramy posíláme za hranice lokálních sítí. Nejznámějším protokolem tohoto typu je protokol IP (SPORTACK, 2004, s. 14).

Transportní vrstva

Transportní vrstva se občas označuje jako přenosová. Tato vrstva se již nezabývá procesy, ale komunikací mezi systémy. Dalo by se říci, že to je prostředník mezi uživateli a sítí. Služby transportní vrstvy poskytované vyšším vrstvám nezávisí na vlastní síťové implementaci (SPORTACK, 2004, s. 15).

Hlavním účelem je rozdělit data k vhodným relacím a předat je síťové vrstvě ve správném formátu a velikosti. Když přichází ze síťové vrstvy data, jejím úkolem je správné seřazení paketů, sestavení relačních informací a potvrzení přijetí. Toto potvrzení zajišťuje příkaz ACK, z anglického slova Acknowledgement. Rozlišuje se zde spojované a nespojované zasílání (SOSINSKY, 2010, s. 51).

Relační vrstva

Relační vrstva obsahuje nástroje a prostředky, které zajišťují vytvoření a udržení relace. Nacházejí se zde také služby pro jejich inicializaci. Komunikace v relační vrstvě probíhá buď jednosměrně, z anglického názvu half-duplex, nebo oběma směry zároveň, z anglického názvu full-duplex (SOSINSKY, 2010, s. 52).

Při použití half-duplexu se používá identifikátor komunikace nazývaný token. Data může vysílat pouze strana, která má k dispozici token. Po předání tokenu může vysílat strana opačná (SOSINSKY, 2010, s. 52).

Prezentační vrstva

Tato vrstva zodpovídá za správu kódování dat, protože počítačové systémy mohou využívat různá schémata kódování, například ASCII a EBCDIC (SPORTACK, 2004, s. 17).

Probíhá zde také volitelná komprese, formátování a šifrování dat z aplikační vrstvy (SOSINSKY, 2010, s. 52).

Aplikační vrstva

Poslední, nejvýše položená, vrstva ISO/OSI modelu zajišťuje rozhraní mezi síťovými službami a koncovými aplikacemi. Programy této vrstvy jsou například e-mailoví klienti, webové prohlížeče, příkazové řádky a podobně (SOSINSKY, 2010, s. 53).

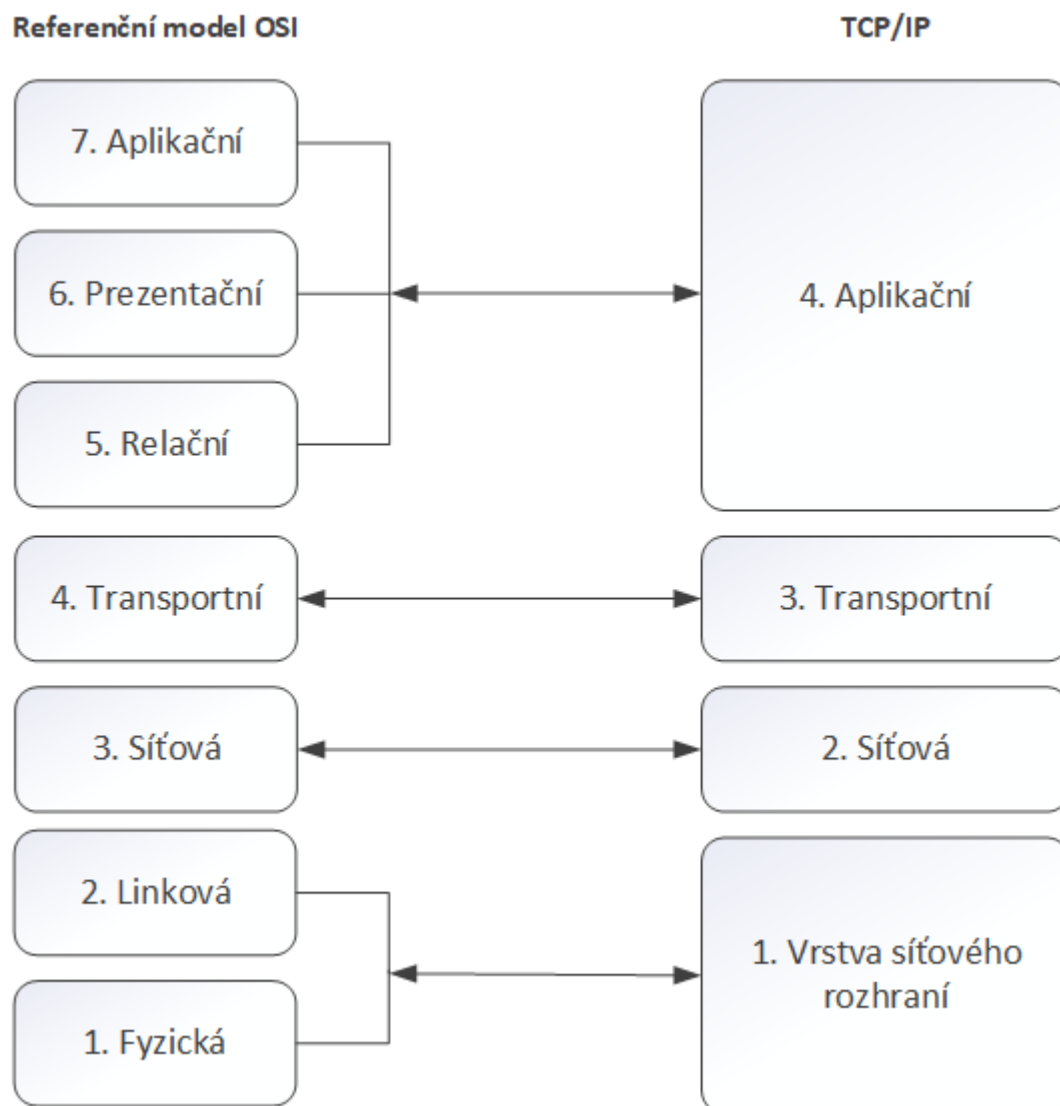
3.3.2 Architektura TCP/IP

Architektura TCP/IP odpovídá svými komunikačními funkcemi a hranicemi mezi nimi modelu ISO/OSI. Tvoří ji čtyři vrstvy:

- Vrstva síťového rozhraní;
- Síťová vrstva;
- Transportní vrstva;
- Aplikační vrstva.

(PUŽMANOVÁ, 2009, s. 84)

Nejnižše položená vrstva síťového rozhraní odpovídá svými funkcemi vrstvám ISO/OSI modelu fyzické a linkové. Síťové vrstvy v obou modelech si odpovídají jak funkcemi, tak službami i rozhráním. Stejně tak je tomu s vrstvou transportní, která také odpovídá svými funkcemi a službami stejnojmenné vrstvě v ISO/OSI modelu. Nejvýše položenou vrstvou v této architektuře je vrstva aplikační, která je shodná se třemi nejvýše položenými vrstvami v modelu ISO/OSI, konkrétně s vrstvou aplikační, prezentační a relační (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 84).



Obrázek 8: Rozdíl mezi ISO/OSI a TCP/IP

[Zdroj: PUŽMANOVÁ, 2009, s. 84]

Vrstva síťového rozhraní

Tato vrstva zajišťuje přístup k fyzickému přenosovému médiu. Je specifická pro každou síť podle její implementace a je přímo zodpovědná za přístup k síti. Tato vrstva říká, jak využít síť pro přenos IP datagramů. Rozhraní sítě musí znát detaily síťové infrastruktury jako formáty datových jednotek, adresaci a podobně. Díky tomu je možné zajistit správné formátování do rámců podle daných omezení (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 90).

„Funkce na této vrstvě zahrnují mapování IP adres na fyzické adresy používané v dané síti“ (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 90).

Síťová vrstva

Síťová vrstva, nazývaná někdy také jako internetová vrstva, odpovídá síťové vrstvě ISO/OSI modelu. Mezi její funkce patří směrování, síťová adresace a předávání datagramů. Patří sem ale také funkce zajišťující segmentaci, znovu sestavování datagramů a funkci řízení (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 90).

Segmentaci, sestavování a předávání datagramů obstarává protokol IP. Mapování adres má na starost protokol ARP a obrácené mapování protokol RARP. O řízení se stará protokol ICMP. Směrování zajišťují protokoly OSPF a VRRP. A správu skupinových stanic zajišťuje protokol IGMP (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 91).

Transportní vrstva

Tato vrstva odpovídá stejnojmenné vrstvě ISO/OSI modelu. Zajišťuje koncový přenos dat mezi dvěma stanicemi. Nalezneme zde transportní služby se spojením a bez spojení a pro využití těchto služeb se využívají různé protokoly (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 91).

- TCP (Transmission Control Protocol) – jedná se o službu se spojením, která obsahuje také řízení datového toku a koncového zabezpečení. Jde o spolehlivý transportní protokol.
- UDP (User Datagram Protocol) – jedná se o transportní službu bez spojení a jde o nespolehlivý transportní protokol.

(PUŽMANOVÁ, 2009, s. 91)

Aplikační vrstva

Tato nejvýše položená vrstva obsahuje všechny protokoly, které poskytují konkrétní aplikace uživatelům. Protokoly aplikační vrstvy podporují uživatelské a administrativní aplikace. Do uživatelských aplikací patří například práce na vzdáleném zařízení nebo přenos souborů a poštovních zpráv. Administrativní aplikace, které jsou pro uživatele neviditelné, obsahují například mapování adres a jmen, management sítě a další. Mezi nejpoužívanější protokoly aplikační vrstvy patří TELNET, FTP, DHCP, HTTP, DNS a mnoho dalších (PUŽMANOVÁ, 2009, s. 91).

3.4 Ethernet

Jedná se o nejrozšířenější standard sítí LAN. Reprezentuje fyzickou a linkovou vrstvu v ISO/OSI modelu a mezi jeho hlavní charakteristiky patří kolizní přístupová metoda CSMA/CD. Díky popularitě ethernetu máme na trhu k dispozici široké spektrum aktivních prvků. Jednotlivé specifikace ethernetu nám říkají, jaké kabely a topologie můžeme použít (HORÁK, 2006, s. 31).

Značení ethernetu má jasná pravidla. První číslice nám říká, s jakou rychlostí standard pracuje. Slovo BASE popisuje signalizační metodu, která je ve většině případů stejná. Písmeno na konci popisuje, o jaký typ kabelu jde. Optický kabel označuje písmeno F,

z anglického názvu fiber optical cable. Písmeno T označuje nestíněnou kroucenou dvojlinku, z anglického názvu unshielded twisted pairs (HORÁK, 2006, s. 32).

Tabulka 1: Druhy Ethernetu

Název	Přenosová rychlost	Typ kabelu
Ethernet	10 Mb/s	koaxiální, kroucený pár, optický
Fast Ethernet	100 Mb/s	kroucený pár, optický
Gigabit Ethernet	1000 Mb/s	kroucený pár, optický
10 Gigabit Ethernet	10 Gb/s	kroucený pár, optický

[Zdroj: ODOM, 2005, s. 112]

3.5 Aktivní prvky

Komunikační infrastrukturu tvoří nejen kabelážní systém, ale také aktivní prvky. Pracují na prvních třech vrstvách ISO/OSI modelu, a to konkrétně na vrstvě fyzické, linkové a síťové. Aktivní prvky provádí úkoly, kterými ovlivňují dění v síti.

3.5.1 Hub

Základním úkolem hubu neboli rozbočovače je větvení sítě. Prakticky slouží pouze k propojení dvou kabelů. Tento typ prvků se používal v hvězdicových sítích a v dnešní době jej nahradily switche (HORÁK, 2006, s. 28).

3.5.2 Bridge

Bridge neboli mosty jsou zařízení, která jsou používána k překonání dvou síťových segmentů na linkové vrstvě z jedné podsítě. Jejich cílem je zkoumání cílové MAC adresy síťového provozu, ale nezabývají se protokoly. Zabývají se také přemostováním dvou různých typů přenosových médií (SOSINSKY, 2010, s. 204).

Mosty fungují v ethernetových sítích jako neviditelné zařízení nazývané transparentní, nebo jako adaptivní zařízení. Bridge porovnává MAC adresy cílového zařízení s interní tabulkou. Pokud se záznamy shodují, rámec je odeslán podle tabulky. Pokud ale odpovídající záznam nenajde, nebo se tabulka teprve tvoří, je rámec odeslán všem a čeká na odpověď. Až bridge obdrží odpověď, je zaznamenána do tabulky příslušná MAC adresa včetně směru doručování (SOSINSKY, 2010, s. 204).

Pokud dokáže bridge přepínat mezi svými třemi režimy, můžeme jej nazývat adaptivní. První režim se nazývá uložení a přeposlání rámce. Stará se o uložení příchozího rámce do vyrovnávací paměti, ověření kontrolního součtu a přeposlání zprávy dál. Druhý typ, nazývaný přímé protnutí, hledá cílovou MAC adresu v obálce rámce a podle své interní tabulky data odesílá. Poslední variantou je kontrola bez fragmentů. Most přečte prvních 64 bajtů rámce, které zkontroluje za účelem odhalení kolizí a použitelnosti dat (SOSINSKY, 2010, s. 204).

3.5.3 Switch

Switche nalezneme ve všech topologiích typu hvězda a dalo by se říci, že se jedná o mosty v této topologii. Switch odděluje komunikující stanice od zbytku sítě, a tudíž není síť tak zatížená. Tohle oddělení by se dalo nazvat jako tvorba virtuálního okruhu (HORÁK, 2006, s. 28).

Některé switche umožňují vzdálenou administraci. Přepínače bez administrace není možné konfigurovat na dálku. Přepínače s administrací disponují obvykle agentem SNMP, řádkovým rozhraním CLI a případně i rozhraním webovým. U switchů rozlišujeme parametry jako počet portů, rychlost, agregace, filtrování, řízení přístupu a podobně (SOSINSKY, 2010, s. 203).

3.5.4 Router

Router pracuje na úrovni síťové vrstvy ISO/OSI modelu. Shromažďuje informace o okolních sítích a paket posílá nejvhodnější cestou (HORÁK, 2006, s. 29).

Routery neboli směrovače propojují alespoň dvě sítě a filtrují, rozdělují kolizní domény, zabráňují všesměrovému vysílání a zajišťují nejvhodnější trasu k zaslání paketu k požadovanému cíli (SOSINSKY, 2010, s. 207).

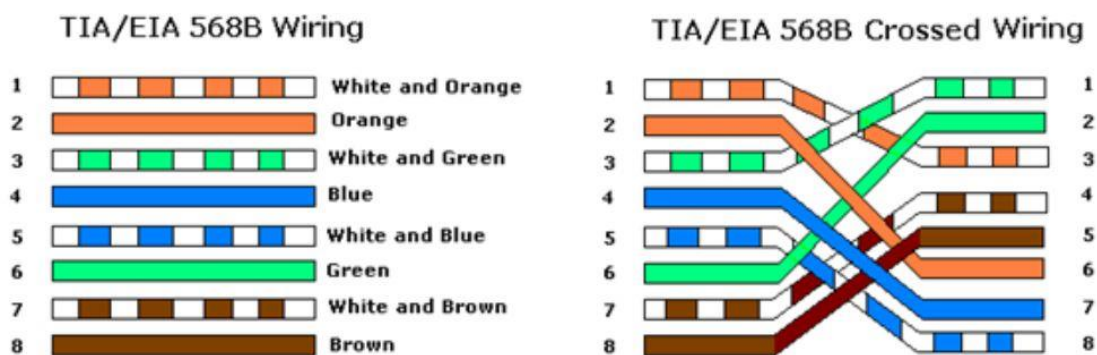
3.6 Přenosová prostředí

Metalická kabeláž

Jedná se o přenosová média, která jsou založena na měděném vodiči přenášející elektrické signály. V dnešních sítích nalezneme hlavně kroucené dvojlinky, které jsou odvozeny od telefonních kabelů. Kroucená dvojlinka se skládá ze čtyř párů vodičů.

Signál, který kabel přenáší, je náchylný na vzájemné rušení, a proto jsou páry v kabelu zkrouceny, což zapříčiní ochranu proti tomuto rušení. V kabelu nejsou zkrouceny jen jednotlivé páry, ale i páry navzájem, což zajistí fakt, že se nebudou vodiče ovlivňovat (HORÁK, 2006, s. 13).

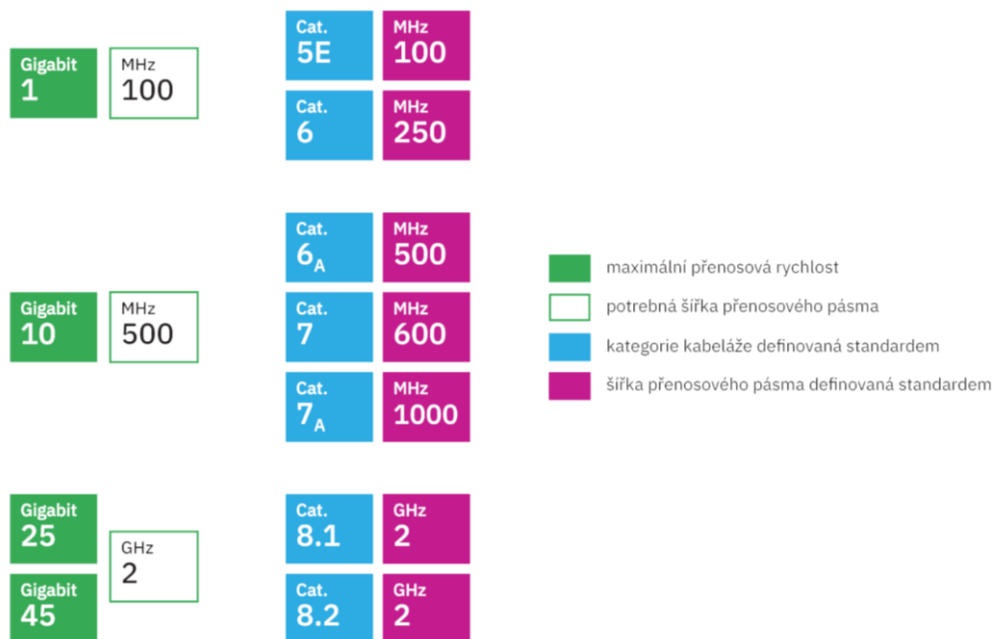
Vodiče v párech mají stejnou barvu, jen s rozdílem, že jeden z vodičů je kombinován s bílou barvou. Všechny vodiče zakončujeme konektorem RJ45. Řídíme se barevným značením podle normy TIA/EIA 568-B, které můžeme vidět na obrázku. Toto zapojení používáme při zapojení počítač – zásuvka, zásuvka – switch, počítač – switch, kabel se zapojuje na obou koncích stejně. Pokud ale propojujeme dva počítače nebo například switche, je nutné zapojit kabel kříženě. Křížené zapojení můžeme vidět na obrázku (HORÁK, 2006, s. 16).



Obrázek 9: Schéma zapojení

[Zdroj: ELECTRONICSFORU.COM, 2017]

Metalickou kabeláž dělíme do kategorií podle jejich přenosové rychlosti a šířky přenosového pásma. Parametry daných kategorií můžeme vidět na obrázku níže.



Obrázek 10: Dělení dle kategorií

[Zdroj: KELINE.CZ, n.d.]

Optická kabeláž

Optická kabeláž funguje na zcela jiném principu než ta metalická. Data jsou posílána pomocí světelných impulsů ve světlo vodivých optických vláknech. Ve středu optického kabelu nalezneme optické vlákno, které slouží pro přenášení světelných impulsů. Nalezneme zde vždy minimálně dvě optická vlákna, pro každý směr alespoň jedno. Optická vlákna obaluje vrstva sekundární ochrany, která slouží jako zábrana proti ohýbání kabelu. Následuje konstrukční vrstva, která zvyšuje pevnost kabelu a vše je uloženo ve vnějším obalu. Kabely jsou zakončeny například kulatým konektorem ST, nebo hranatým konektorem SC. Podle konstrukce optických kabelů rozlišujeme dva druhy (HORÁK, 2006, s. 18).

Mnohovidové (Multi mode Fiber – MMF)

Tento typ kabelů disponuje horšími optickými vlastnostmi, ale linky jimi tvořené jsou levnější na realizaci. Dochází zde k lomu vedených světelných paprsků. Vedené světlo se rozpadá na několik částí nazývaných vidy, které dorazí do cíle v různých časech, a tím dochází ke zkreslení. Zdrojem světla je méně kvalitní LED dioda, která také

přispívá k horším vlastnostem kabelu. Tento typ kabelů používáme na kratší vzdálenosti v měřítku stovek metrů (HORÁK, 2006, s. 19).

Jednovidové (Single Mode Fiber – SMF)

Lom světla v jednovidových kabelech je velice malý a konstantní. Kabelem prochází jen jeden paprsek neboli vid, který se neohýbá a neláme. Tento popis nám již napovídá, že má kabel lepší optické vlastnosti, vyšší přenosovou kapacitu a dokáže přenést signál na delší vzdálenosti, a to až v měřítku desítek kilometrů. Tento typ kabelů je dražší, čemuž přispívá i zdroj světla, kterým je zde laser. Tento typ kabelů používají zejména telekomunikační firmy (HORÁK, 2006, s. 19).

Bezdrátové přenosové prostředí

Pro přenos lze použít také bezdrátový přenos, kde se signály posílají vzduchem, řídkým vzduchem nebo vakuem. Dnešní bezdrátové sítě využívají rádiový signál, který pokrývá velký rozsah frekvencí. Pro přenos informací se využívají takzvané modulace, které upraví signál tak, aby do něj bylo možné zakódovat potřebné informace (SOSINSKY, 2010, s. 192).

Rozlišujeme tři druhy kódování informací:

Pulzní modulace – Signál je tvořen zapínáním a vypínáním zdroje záření;

Amplitudová modulace – Signál je tvořen ze změn v amplitudě jednotlivých vln;

Frekvenční modulace – Signál je tvořen ze změn frekvence vln.

(SOSINSKY, 2010, s. 193)

3.7 Komunikační infrastruktura

Možnost komunikace jednotlivých systémů a subsystémů zajišťuje množina technických prostředků. Jedná se reálně o kabelážní systémy určené pro komunikační přenos. Přenos komunikace můžeme pozorovat v budovách, ve městech, v celých zemích i mezi jednotlivými kontinenty. Spojením všech prvků komunikační infrastruktury nám vznikne kabelážní systém. Prvky kabelážního systému, které zde nalezneme, jsou konektory, kabely, připojovací kabely, kabelové trasy, rozvaděče, ale také například prostor u bezdrátových sítí (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 8).

3.8 Kabelážní systém

Spojením všech již zmiňovaných prvků komunikační infrastruktury vznikne kabelážní systém. Kabelážní systémy dělíme na jednoúčelové a univerzální. Jednoúčelové slouží pro jeden typ přenosu. My se ale v tomto projektu budeme zabývat kabelážním systémem univerzálním, který slouží pro více typů přenosů. Takové technické řešení kabeláže nazýváme strukturovaná kabeláž, nebo multimediální strukturovaná kabeláž. Tento typ kabeláže je řešen způsobem, aby bylo možné propojit prakticky cokoliv s čímkoliv (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 9).

3.8.1 Základní normy

V následujícím projektu se budeme držet určitých předepsaných pravidel, která se nazývají normy. Hlavní skupinou těchto pravidel je skupina mezinárodních norem, kterou dělíme na americké a evropské. V evropských nalezneme dále podskupinu nazývanou národní normy (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 14).

Tato pravidla nám říkají, jaký je správný postup instalace, případného zavádění změn či budoucího rozšiřování kabelážních systémů. Aby dané normy byly platné, musí je schválit komise v dané oblasti. Členové této komise jsou tvořeni z odborníků v oboru, patří mezi ně univerzity, výrobci, stát či konzultanti. Důvodem, proč se snažíme o sjednocení, je tvorba zajímavých a nových produktů určených pro koncové zákazníky, které jsme schopni detailně popsat bez nutnosti technických podrobností (VARNET.CZ, 2022).

ISO IEC IS 11801 – Jedná se o mezinárodní normu popisující univerzální kabelážní systémy

ČSN EN 50173-1 – Norma popisující všeobecné požadavky univerzálních kabelážních systémů, ekvivalentem této normy je TIA/EIA 568

ČSN EN 50173-2 – Norma popisující univerzální kabelážní systémy v kancelářských prostorách

ČSN EN 50173-5 – Norma popisující univerzální kabelážní systémy v datových centrech

ČSN EN 50174-2 – Norma pro instalaci kabelových rozvodů, konkrétně pro plánování a postupy instalace v budovách

(JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 14)

3.8.2 Základní pojmy

Horizontální linku a kanál můžeme definovat podle normy ČSN EN 50173.

Linka

Linka propojuje konektor typu jack v datovém rozvaděči, konkrétně v patch panelu s konektorem v datové zásuvce. Může se stát, že linka propojuje konektor z patch panelu do jiného patch panelu, ale jedná se o výjimečný případ. Maximální vzdálenost linky je 90m (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 27).

Kanál

Kanál může dosahovat délky maximálně 100 metrů, je tvořen z linky, propojovacích kabelů v datovém rozvaděči a připojovacích kabelů u koncových stanic. Počítá se s délkou nejdelšího zkrouceného páru, tedy s délkou elektrického vedení, a ne s délkou kabelu (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 27).

3.8.3 Sekce kabelážního systému

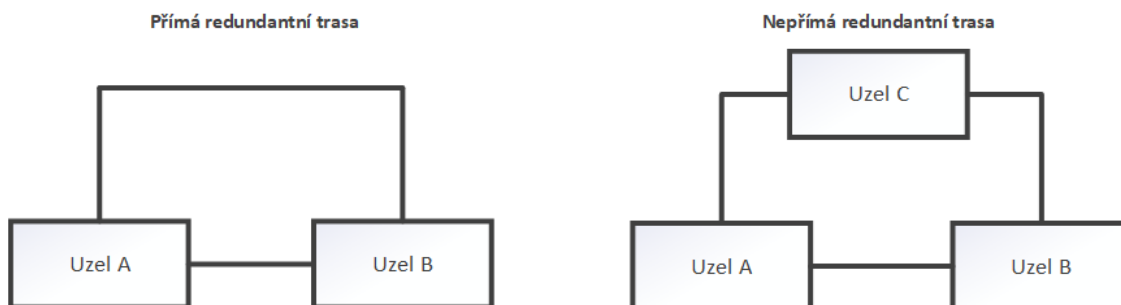
Kabelážní systém můžeme rozdělit do několika kategorií nazývaných sekce.

Páteřní sekce

Páteřní sekce síťové infrastruktury nám slouží k propojení datových rozvaděčů. Držíme se zde topologie hvězdy pevně definovanou normou ČSN EN 50173, kterou je možné doplnit o záložní trasy. Tyto trasy nazýváme redundantní a aplikujeme je v případě, že chceme docílit větší spolehlivosti sítě a máme dostatečné znalosti v této oblasti. Redundantní trasy rozdělujeme na přímé a nepřímé (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 24).

Při použití nepřímých redundantních tras jsou rozvaděče zapojeny v topologii úplného i neúplného polynomu, což znamená spojení každého uzlu s každým, nebo spojení

vybraných uzlů mezi sebou. U obou zmiňovaných redundantních tras musíme docílit toho, aby kabely vedly odlišnou cestou (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 24).



Obrázek 11: Redundantní trasy

[Zdroj: JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 24]

Horizontální sekce

Horizontální sekci můžeme nazvat takovou část sítě, která se stará o rozvod z datového nebo telekomunikačního rozvaděče k jednotlivým datovým nebo telekomunikačním výstupům. Datový výstup je často realizován pomocí datové zásuvky u koncových stanic. Zakončení v datovém rozvaděči je zase realizováno pomocí zapojení do patch panelu, který nám zajistí přehlednou manipulaci v rozvaděči (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 21).

Maximální délka elektrického vedení v horizontální sekci je 90 metrů a je tvořena linkou. Používáme zde kabel typu drát, který je robustnější než typ lanko. Strana linky u koncových stanic je zakončena jackem RJ45, který se nazývá port. Strana v datovém rozvaděči je zakončena v patch panelu taktéž jackem RJ45, ale vyrábí se i typy, kde se používá metoda zářezových bloků (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 21).

Pokud chceme maximalizovat přenosové vlastnosti, je vhodné, aby byly koncovky jacků na obou stranách spojení stejného typu. Tím docílíme stejných přenosových vlastností na obou stranách spojení (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 21).

K datovým zásuvkám je veden od rozvaděče přesný počet linek dle toho, kolik má zásuvka portů. Na linku dále navazuje pracovní vedení, které společně s horizontální linkou nesmí přesáhnout 100 metrů (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 21).

Pracovní sekce

Pracovní sekce v praxi prodlužuje páteřní a horizontální linky a řídí se jejich topologiemi. Tato sekce je tvořena přepojovacími kabely na straně datového rozvaděče a na straně klientských stanic ji tvoří připojovací kabely. Na pracovištích je šňůra připojena z datové zásuvky do konkrétních zařízení, jako jsou počítače, tiskárny a podobně. Délka kabelu v datovém rozvaděči je stanovena na 5 metrů, ale maximum, které nesmíme překročit, je 6 metrů (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 23).

Oba typy metalických kabelů, jak připojovacích, tak přepojovacích, musí být typu lanko, nikoliv drát, aby se zajistila snadná manipulace a pružnost. Kabely této sekce jsou zakončeny konektory RJ45. Zásuvky jsou navrženy jen pro daný typ kabelu a při použití kabelu typu drát není zajištěn spolehlivý přenos. Dané omezení se týká kabelů Cat.5. Při použití vyšších kategorií je možné použít i kabely typu drát, na které jsou vyráběny speciálně upravené plugy (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 23).

Pro výrobu přepojovacích a připojovacích kabelů určených pro optické přenosy se využívají zejména simplexní nebo duplexní kabely. V praxi se často setkáme s názvem jumper, který tento typ kabelu označuje. Pro zakončení optického kabelu se zcela běžně používají konektory různých typů (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 23).

3.8.4 Prvky kabelážního systému

Spojovací prvky

Patchpanel – slouží nám k přepojování pomocí propojovacích kabelů zakončených potřebným konektorem v datovém rozvaděči. Jedná se obvykle o propojení jedné strany kabelu do patch panelu a druhé do portu aktivního prvku (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 68).

Patch panely dělíme dle konstrukce na **integrované** a **modulární**. Integrované panely jsou pevně osazené a nelze kombinovat typy prvků a jejich počet. Modulární konstrukce mají vyměnitelné prvky panelu i zásuvek, tudíž je zde možné kombinovat typy prvků (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 180).

Datové zásuvky – Horizontální kabeláž je ukončena právě datovou zásuvkou. Místa, kam se budou zásuvky instalovat, je nutné určit již v návrhu strukturované kabeláže.

Existuje mnoho druhů datových zásuvek, a proto je nutné při výběru zásuvek dbát na jednotný design (VARNET.CZ, 2022).

Datové zásuvky dělíme na:

- **Neosazené** – Jedná se většinou jen o plastový kryt, do kterého se následně osazují moduly keystone a poté datový kabel.
- **Osazené** – Jedná se o plnohodnotnou datovou zásuvku připravenou na zapojení datového kabelu.

(VARNET.CZ, 2022)

Dále můžeme dělit zásuvky na **stíněné** a **nestíněné** (VARNET.CZ, 2022).

Organizační prvky

Datový rozvaděč – V systému strukturované kabeláže představuje rack rozvodný uzel. K uchycení vybavení slouží v rozvaděči posuvné přední dvě lišty a pevně osazené zadní dvě lišty. Rozvaděče mají stanovené vnitřní rozměry šířky (např. 19", 21"), výšku podle počtu jednotek (např. 12U, 15U) a určitou hloubku (např. 400 mm, 800 mm) (VARNET.CZ, 2022).

Datové rozvaděče dělíme na nástěnné a stojanové. Nástěnné slouží pro menší rozvodné uzly s montáží na zeď. Stojanové rozvaděče slouží pro rozvodné uzly s umístěním na zemi (VARNET.CZ, 2022).

Organizéry – Používáme je při organizaci kabeláže v datovém rozvaděči. Dělíme je na **horizontální** a **vertikální**. Obvykle se dává na 24 portů patch panelu, který odpovídá velikosti 1U jeden organizér 1U. Často se také setkáváme s variantou, kdy se aplikuje použití organizéru 2U ke dvěma patch panelům 1U nad sebou (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 219).

Prvky vedení

Parapetní žlaby a lišty – Parapetní žlaby se vyrábí v plastových, ocelově lakovaných a hliníkově lakovaných variantách. Parapetní žlaby i lišty se používají pro vedení po povrchu omítky. Žlaby mají tu výhodu, že oproti lištám je možné montovat datové zásuvky přímo do žlabu (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 277).

Způsob značení prvků

Způsob značení, ze kterého bude vycházet, je odvozen z normy EN 50174. Systém, kterým se značení řídí, určuje projektant. Skutečné provedení a případné změny zaznamenává do dokumentace instalační technik (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 284).

Značení dělíme na tři typy:

- **Informační** – informuje o důležitých jevech;
- **Identifikační** – slouží k popisu jednotlivých částí komunikačního systému;
- **Výstražné** – slouží k varování před možným nebezpečím.

(JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 284)

Při tvorbě značení musí být označeny všechny kabely, a to minimálně na obou stranách, kabelové svazky, patch panely a jejich porty, zásuvky a jejich porty, optický rozvaděč (ODF) a jeho porty, datové rozvaděče, technologické místnosti, aktivní prvky a jejich porty a křížení kabeláže (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 285).

Nejčastěji se identifikační kód generuje dvěma způsoby. Tyto způsoby nazýváme přímý a reverzní identifikační kód. V našem projektu použijeme metodu reverzního identifikačního kódu, protože při metodě přímé by se generoval příliš dlouhý štítek, který by se musel tisknout malým písmem a stal by se tak nečitelným. Princip reverzního generování funguje na základě přiřazování jednotlivým portům zásuvek port z patch panelu v datovém rozvaděči. Při použití této metody se i zjednoduší dohledávání portů v rozvaděčích (JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 287).

Příklad značení

Kód RPXX

R – Danou pozicí značíme datový rozvaděč (rozsah AN – 0–9, nebo A–Z)

P – Danou pozicí značíme určitý patch panel (rozsah AN – 0–9, nebo A–Z)

XX – Danou pozicí označujeme číslo portu patch panelu (rozsah 0–99)

(JORDÁN a ONDRÁK, 2015, s. 287)

4 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V této kapitole se budeme zabývat vlastním návrhem řešení. Výsledkem návrhu bude řešení počítačové sítě střední školy, které se bude skládat z několika kroků. Definice počtu přípojných míst, rozmístění datových zásuvek, trasy vedení parapetních kanálů, volba nejvhodnějších materiálů, aktivních prvků, a nakonec sestavení celkového rozpočtu projektu. Po celou dobu realizace projektu se budeme držet aktuálních norem, standardů a doporučení.

Při realizaci budeme vycházet z analýzy současného stavu a z teoretické části.

4.1 Technologie a topologie

Pro vyhovění požadavkům investora navrhuji použít technologii přenosu 1000Base-T (podle IEEE 802.3ab). Pro tuto technologii je nutné použití kabeláže třídy D, pro kterou se využívá materiál minimálně kategorie 5. Vzhledem k minimálnímu cenovému rozdílu a na základě konzultace s investorem bude síť realizována za pomoci materiálů kategorie 6. Díky plastovému rozdělovači a vyšší tloušťce vodičů bude kabeláž více imunní proti elektromagnetickému rušení a ohybům. Vyšší kategorie by nedávala v našem případě smysl.

Celá síť bude realizována pomocí dvou horizontálních sekcí. Obě sekce budou hvězdicové topologie a budou propojeny páteřní sekcí.

4.2 Přípojná místa

4.2.1 Návrh počtu přípojných míst

Přípojná místa navrhuji podle potřeb definovaných v analýze současného stavu. Ve třídách bude potřeba připojit pouze učitelské počítače, tudíž druhý port bude sloužit jako rezervní. Sborovny budou vybaveny přípojnými místy podle počtu učitelů a tiskáren. Počítačové učebny budou obsahovat jedno přípojně místo pro každou koncovou stanici a dvě pro učitele, protože budou mít na svém stole také tiskárnu. V tabulce můžeme vidět účel místností a počet přípojných míst. Konkrétní vedení tras můžeme vidět v příloze č. 1.

Tabulka 2: Počet přípojných míst dle místností

Účel místnosti	Označení místnosti	Počet přípojných míst
Společenská místnost	M102	1
Bufet	M103	1
Bufet	M104	1
Třída	M106	2
Třída	M107	3
Třída	M108	2
Třída	M109	3
Třída	M110	2
Kabinet	M201	4
Kabinet	M202	5
Kabinet	M203	2
Kabinet	M204	2
Kabinet	M205	3
Kabinet	M206	2
Kabinet	M207	2
Třída	M208	2
Třída	M209	3
Třída	M210	2
Třída	M211	3
Třída	M212	2
Počítačová učebna	P201	18
Aula	M301	3
Kabinet	M302	4
Kabinet	M303	3
Kabinet ekonomiky	M304	4
Třída	M305	2
Třída	M306	3
Třída	M307	2
Třída	M308	3
Třída	M309	2
Třída	M310	2
Kabinet informatiky	M311	3
Počítačová učebna	P302	22
Počítačová učebna	P303	18
Počítačová učebna	P304	33

[Zdroj: Vlastní zpracování]

4.2.2 Umístění přípojných míst

Většina datových zásuvek bude zavedena přímo do parapetních žlabů za pomoci přístrojové krabice. Podrobný popis umístění jednotlivých datových zásuvek můžeme vidět v příloze č. 1.

Případ, kdy nebude využit pro připojení datové zásuvky žlab, je při zavádění přístupových bodů. Zásuvky pro Access Pointy budou umístěny pod omítkou a kabel k nim povede elektroinstalační trubkou ve zdi, napojenou na nejbližší žlab.

Další případ, kde dojde k výjimce, se týká opět přístupového bodu, konkrétně v místnosti P304. Zde bude přiveden kabel do výšky 2,2 m, opět elektroinstalační trubkou. Dojde k průchodu a datová zásuvka bude vytvořena za zdí na chodbě opět pod omítkou.

4.3 Kabelové trasy

4.3.1 První patro

Svazek kabelů pro celé první patro bude veden z datového rozvaděče v druhém patře z místnosti M207 do místnosti M105. Bude zapotřebí vytvoření nového průchodu. Trasa kabelů bude v přízemí rozdělena do dvou větví. První větev sloužící pro připojení datových zásuvek pro školní bufet a přístupového bodu povede žlabem podél východní zdi budovy pod okny, kde bude potřeba vytvoření nových průchodů zdi. Datové zásuvky budou instalovány přímo do žlabu. V severovýchodním rohu místnosti M103 dojde ke stoupání do výšky 2,5 m elektroinstalační trubkou, kterou trasa povede přes chodbu podél zdi do společenské místnosti M102, kde bude ve stávající výšce vytvořena datová zásuvka umístěná pod omítkou pro připojení Access Pointu.

Druhá větev bude sloužit pro vedení kabelů do tříd. V každé třídě bude vytvořena datová zásuvka přímo do žlabu. Pro vedení bude vytvořen nový průchod zdi do místnosti M106. Zde bude trasa vedena podél východní zdi pod okny (90 cm nad zemí) a následně po jižní zdi místnostmi M107, M108, M109 a M110. V každé ze tříd bude nainstalována datová zásuvka přímo do žlabu v místech učitelských stolů. V místnostech M107 a M109 bude v jihovýchodním rohu trasa rozdvojena za účelem vedení samostatného kabelu elektroinstalační trubkou až do výšky 2,5 m a následně do středu třídy. Zde bude vytvořena datová zásuvka umístěná pod omítkou pro připojení Access Pointu.

4.3.2 Druhé patro

Kabelové trasy pro kabinety a třídy povedou ve druhém patře ve dvou svazcích z prvního datového rozvaděče v místnosti M207. V kabinetech budou instalovány datové zásuvky přímo do žlabu. První svazek povede podél východní zdi v parapetním kanálu pod okny a v každé místnosti bude vyveden požadovaný počet datových zásuvek. Využijí se již vytvořené průchody zdi, které se pouze přizpůsobí novým kanálům. V místnosti M205 dojde v severovýchodním rohu k rozdělení trasy za účelem stoupaní elektroinstalační trubkou ve zdi do výšky 2,5m. Odtud povede trubka po severní stěně zhruba do středu místnosti, kde bude nainstalována zásuvka pod omítku pro Access Point. K podobnému rozdělení dojde také v místnosti M202, akorát v jihovýchodním rohu místnosti. Zde trasa povede opět elektroinstalační trubkou ve zdi až k místu instalace datové zásuvky. Trasa bude zakončena v místnosti M201, kde kanál zahne a povede po jižní stěně místnosti stále ve stejné výšce.

Druhý svazek povede nově vytvořeným průchodem do místnosti M208. Odtud bude trasa vedena pod okny až do místnosti M212. V každé ze tříd bude vytvořena datová zásuvka instalovaná přímo do žlabu v místech učitelského stolu. V místnostech M209 a M211 dojde k rozdělení tras v jihovýchodním rohu místnosti. Trasy budou stoupat elektroinstalační trubkou do výšky 2,5m a povedou po východní stěně zhruba do poloviny třídy, kde bude vytvořena datová zásuvka pod omítku pro připojení Access Pointu.

Do počítačové učebny budou kabely vedeny ze třetího patra z druhého datového rozvaděče, který se nachází v oddělené místnosti u počítačových učeben. Trasa povede průchodem v podlaze na chodbu až do výšky oken a následně bude pokračovat do samotné počítačové učebny. Průchody bude nutné nově vytvořit. Svazek povede po obvodu učebny a u každé řady počítačů bude vytvořeno požadované množství přípojných míst. Po levé straně třídy, kde se budou nacházet dvě koncové stanice, bude v každé řadě nainstalována jedna datová zásuvka se dvěma porty pro každou z řad. Po pravé straně učebny se v každé řadě nachází tři koncové stanice, proto bude pro každou řadu nainstalována jedna datová zásuvka se dvěma porty a jedna zásuvka s jedním portem. V první řadě se bude nacházet také učitelský stůl, tudíž zde dojde k instalaci jedné datové zásuvky se dvěma porty navíc. Ve středu místnosti bude

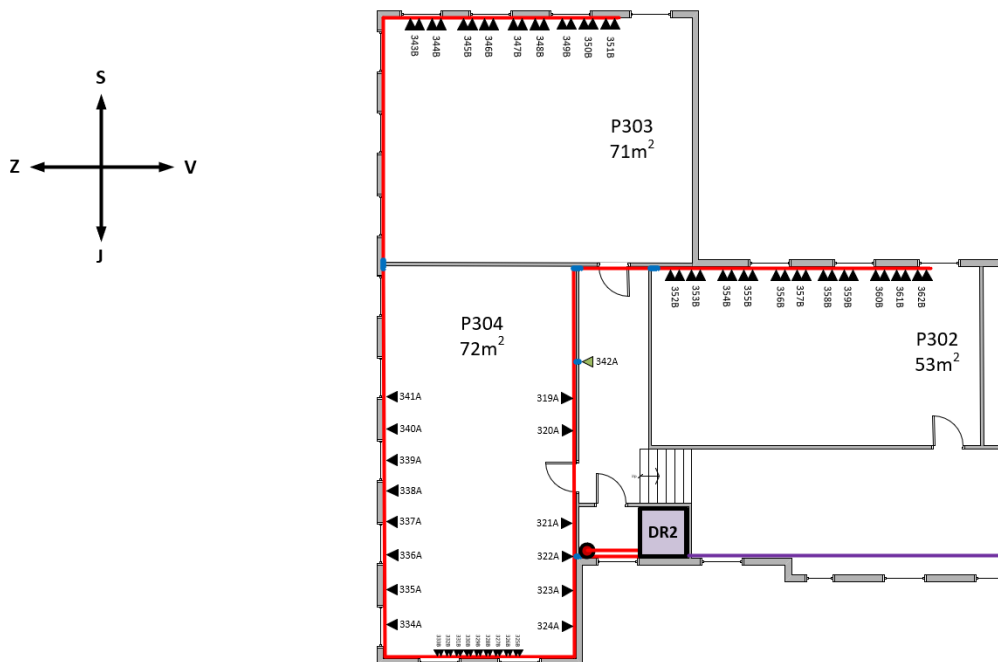
nainstalován Access Point, ke kterému se trasa oddělí z vedeného žlabu. Tato trasa bude vedena elektroinstalační trubkou ve zdi do výšky 2,5 m. Zde bude instalována datová zásuvka o jednom portu pod omítku.

4.3.3 Třetí patro

Kabelové trasy pro kabinety a třídy povedou z datového rozvaděče ve druhém patře z místnosti M207 nově vytvořeným prostupem do místnosti M304 ve dvou svazcích. První svazek povede podél východní zdi pod okny, kde bude v každém kabinetu nainstalován požadovaný počet datových zásuvek přímo ve žlabu. Na přesný počet se můžeme podívat ve schématu v příloze č. 3. Trasa bude zakončena v místnosti auly na severní stěně, kde dojde k připojení jedné datové zásuvky přímo do žlabu. V kabinetu M303 dojde v jihovýchodním rohu k rozdělení trasy. Ta bude stoupat do výšky 2,5m, kudy povede elektroinstalační trubkou po jižní zdi až do středu místnosti. Zde bude nainstalována datová zásuvka pod omítku pro připojení Access Pointu. K podobnému rozdělení trasy dojde také v místnosti auly, kde povede trasa taktéž elektroinstalační trubkou do výšky 2,5 m. Zde bude trasa zakončena datovou zásuvkou umístěnou pod omítkou. Tato zásuvka bude sloužit taktéž pro přístupový bod.

Druhý svazek povede prostupem ve zdi do třídy M305, kde bude veden po obvodu budovy pod okny, až do kabinetu informatiky M311. V každé třídě bude vytvořena datová zásuvka, která bude umístěna přímo ve žlabu a bude se nacházet v místech učitelských stolů. Ve třídách M306 a M308 dojde k rozdělení tras v jihovýchodním rohu za účelem stoupaní do výšky 2,5 m. V těchto místech bude trasa pokračovat po západní zdi až do středu třídy. Tyto oddělené trasy budou vedeny elektroinstalační trubkou ve zdi. Na konci budou nainstalovány datové zásuvky pod omítku pro připojení Access Pointů. Svazek bude zakončen na jižní stěně kabinetu informatiky. V neměnné výšce budou připojeny dvě datové zásuvky umístěné přímo do žlabu.

Poslední trasa daného patra povede z druhého datového rozvaděče za účelem připojení počítačových učeben. Rozvaděč se nachází v samostatné místnosti před počítačovými učebnami. Kabely povedou ve třech svazcích. Všechny svazky projdou prostupem ve zdi do počítačové učebny P304 ve výšce 30 cm nad zemí. Zde se svazky rozdělí.



Obrázek 12: Schéma počítačových učeben (3NP)

[Zdroj: Vlastní zpracování]

První svazek povede kanálem umístěným 30 cm od země po obvodu učebny. Datové zásuvky koncových stanic budou mít rozestup 1 m. Hned po průchodu stěnou od rozvaděče budou vytvořeny čtyři datové zásuvky na východní zdi. Pro koncové stanice 319A a 320A povedou odděleně 2 kabely drátěným žlabem 30 cm pod podlahou. Na drátěný žlab se kabely napojí hned po prostupu z místnosti datového rozvaděče. U místa připojení zásuvky 320A bude trasa stoupat žlabem a dojde k instalaci datové zásuvky. Od dané zásuvky povede žlab k sousední koncové stanici ve výšce 30 cm od země, kde bude nainstalována zásuvka 319A. Další datové zásuvky budou nainstalovány ve středu jižní zdi, kde se nachází dvě řady počítačů. Vytvoří se zde devět datových zásuvek, které se nainstalují přímo do žlabu. Poslední část trasy povede po západní zdi, kde se u každé koncové stanici vytvoří jedna datová zásuvka nainstalovaná přímo do žlabu. Bude také zapotřebí připojení jednoho přístupového bodu. K tomu se využije drátěný žlab v podlaze u východní stěny. Ze žlabu se navede elektroinstalační trubka, která povede ve zdi do výšky 2 m, a po průchodu stěnou na chodbu se zde vytvoří datová zásuvka pro Access Point umístěná pod omítkou.

Druhá trasa bude směřovat také po obvodu třídy P304, ale dutými podlahami, drátěným žlabem až do místnosti P303. Drátěný žlab bude veden 30 cm pod podlahou. Svazek bude směřovat až k severní zdi, kde trasa stoupne žlabem do výšky 30 cm nad zemí a v této výšce bude směřovat až ke koncovým stanicím. V této třídě se budou nacházet 4 řady počítačů o čtyřech koncových stanicích v každé z nich. U každé z řad budou nainstalovány dvě datové zásuvky o dvou portech. Až na výjimku řady první, kde bude přidána jedna datová zásuvka navíc za účelem připojení učitelského počítače. Rozestupy mezi datovými zásuvkami pro každou řadu budou 1,5 m.

Třetí svazek povede taktéž drátěným žlabem 30 cm pod podlahou podél východní zdi místnosti P304 do severovýchodního rohu. Zde dojde ke stoupání ke stropu (2,5 m) pomocí PVC žlabů. Kabely projdou dvěma průchody ve zdi přes chodbu až do poslední počítačové učebny P302. Zde budou kabely v rohu místnosti svedeny do výšky oken (90 cm nad zemí), pod kterými trasa povede až k počítačovým stolům. U každé řady stolů budou nainstalovány dvě datové zásuvky o dvou portech pro připojení čtyř koncových stanic. Datové zásuvky budou umístěny přímo ve žlabu. První řada bude doplněna o jednu datovou zásuvku navíc pro připojení učitelského počítače. Rozestupy mezi datovými zásuvkami pro každou řadu stolů budou 1,5 m.

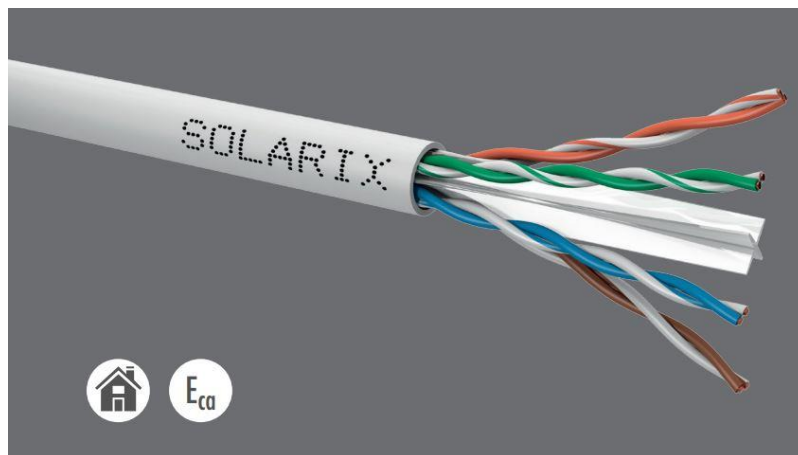
4.3.4 Páteří vedení

V budově bude zapotřebí propojení datových rozvaděčů. Prvního v druhém patře, konkrétně v místnosti M207, a druhého ve třetím patře v samostatné místnosti u počítačových učeben. Rozvaděče budou propojeny optickým kabelem, který bude uložen v elektroinstalační trubce vedoucí z druhého datového rozvaděče průchodem na půdu. Půdou povede kabel až nad místo prvního datového rozvaděče, kde bude vytvořen nový průchod. Nově vytvořeným průchodem se elektroinstalační trubka svede zdi třetího patra až do žlabu sloužícího pro rozvod kabelů do datových zásuvek a společně povedou trasy do druhého patra, kde se nachází cílový rozvaděč.

4.4 Přenosová prostředí

4.4.1 Kabely

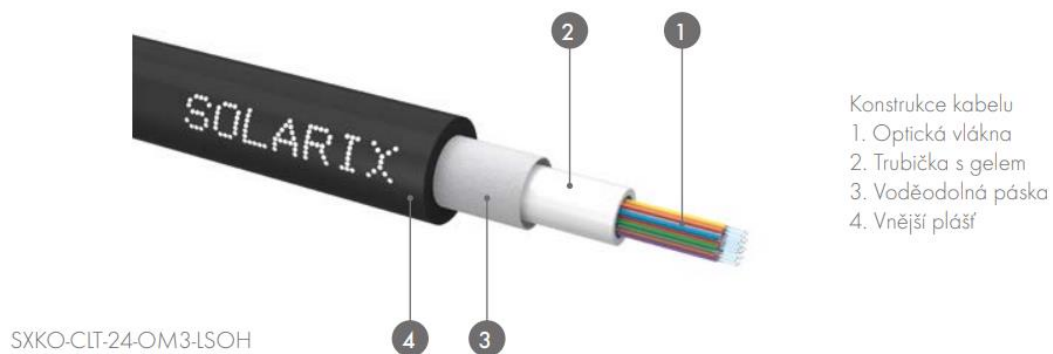
Pro vedení v budově navrhuji použít UTP kabel typu drát kategorie 6, konkrétně **Solarix CAT6 UTP SXKD-6-UTP-PVC**. Díky této kategorii, ve které je průměr vodičů o něco silnější, a plastovému oddělovači ve středu kabelu bude zajištěno snížení elektromagnetického rušení oproti předchozí generaci. Jedná se o nestíněnou verzi kabelu, která by měla v našem případě dostačovat.



Obrázek 13: Instalační kabel Solarix CAT6 UTP

[Zdroj: SOLARIX.CZ, n.d.]

K propojení datových rozvaděčů bude použit optický kabel **Solarix SXKO-CLT-4-OM3-LSOH**.



Obrázek 14: Optický kabel Solarix OM3

[Zdroj: SOLARIX.CZ, n.d.]

4.4.2 PatchCordy

Pro vedení pracovní sekce navrhuji použití již hotových kabelů různých délek zvané patchcordy. Tento druh kabelů ušetří čas při samotné instalaci, díky svým již předinstalovaným zakončením RJ-45. Pro tento projekt jsem zvolil patchcordy **Solarix UTP CAT6**. Stejný typ kabelů bude použit i pro propojení v datových rozvaděčích.



Obrázek 15: PatchCord Solarix UTP CAT6

[Zdroj: SOLARIX.CZ, n.d.]

4.5 Prvky konektivity

4.5.1 Datové zásuvky

Datové zásuvky budou uchyceny do parapetních žlabů. Pro daný projekt jsem zvolil zásuvky **Solarix CAT6 SX9-1-6-UTP-WH** a **Solarix CAT6 SX9-2-6-UTP-WH**.

Pro možnou instalaci daných zásuvek bude zapotřebí zajistit pro každou zásuvku umístěnou ve žlabu přístrojovou krabici, do které bude zásuvka uchycena.

Při instalaci zásuvky pod omítku bude zapotřebí montážní box, ve které bude zásuvka osazena.

4.5.2 Moduly Keystone

Aby byly ušetřeny finanční prostředky, jeví se jako vhodná varianta použití modulů keystone, instalované do modulárního patch panelu, který bude sloužit pro připojení Access Pointů. Zvolil jsem konkrétně keystone Solarix **CAT6 UTP SXXJ-6-UTP-BK-SA**.

4.5.3 Patch panel

Do prvního datového rozvaděče navrhují patch panely **Solarix 48 2U SX48-6-UTP-BK**, **Solarix 24 1U SX24-6-UTP-BK** a jeden modulární **Solarix 24 1U SX24M-0-STP-BK-UNI-N**. První dva typy dostačují pro plánované využití zařízení v budově a modulární panel byl zvolen z důvodu nižšího využití portů sloužících pro Access Pointy. Zbytek portů v modulárním patch panelu bude vyplněn záslepkami.

Datový rozvaděč sloužící pro svod kabeláže z počítačových učeben bude osazen dvěma panely **Solarix 48 2U SX48-6-UTP-BK** a opět jedním modulárním panelem **Solarix 24 1U SX24M-0-STP-BK-UNI-N**. Zbytek portů v modulárním patch panelu bude opět vyplněn záslepkami.



Obrázek 16: Patch panel Solarix 24 x RJ45 CAT6

[Zdroj: SOLARIX.CZ, n.d.]

Podrobný popis zapojení portů jednotlivých patch panelů nalezneme v příloze č. 2.

4.6 Prvky organizace

4.6.1 Datový rozvaděč

V budově bude síť svedena do dvou datových rozvaděčů. První, nacházející se v druhém patře v místnosti M207, bude řešen formou nástěnného rozvaděče, aby nezabral příliš místa a nenarušoval prostor kabinetu. Konkrétně se bude jednat o **Solarix SENSE 15U** velikosti 19" s rozměry 756×600×500 mm. Zaplněno bude 12 slotů z 15, takže bude stále dost místa pro pohodlnou manipulaci v rozvaděči. Dostatečné odvětrávání bude zajištěno díky perforaci v horním a dolním víku. Kabelové trasy je možné vést ze stran rozvaděče, zadní, horní nebo dolní stranou.

Druhý rozvaděč, umístěný v samostatné místnosti vedle počítačových učeben ve třetím patře, bude řešen formou stojanového rozvaděče **Solarix LC-50 24U**. Opět se jedná o velikost 19" s rozměry 1163×800×800. Do rozvaděče bude svedeno více kabelových tras, a proto se jeví jako vhodná varianta tento rozvaděč s vodorovnými příčkami, které zaručí lepší manipulaci v rozvaděči. Otvory pro vstup kabelů se nacházejí ve stropě i na dně rozvaděče. Zaplněno bude konkrétně 14 slotů z 24 slotů.



Obrázek 17: Datový rozvaděč Solarix LC-50 24U

[Zdroj: SOLARIX.CZ, n.d.]

Rozložení datových rozvaděčů můžeme vidět v tabulkách č. 2 a č. 3 a detailní zapojení portů patch panelů v příloze č. 2.

Tabulka 3: Rozložení prvního datového rozvaděče

DR1

Patch panel 48p
Organizer
Switch non PoE 48p
Patch panel 24p
Organizer
Switch non PoE 24p
Patch panel 24p <i>Modular</i>
Organizer
Switch PoE 16p
Optická vana
Napájení

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Tabulka 4: Rozložení druhého datového rozvaděče

DR2

Patch panel 48p
Organizer
Switch non PoE 48p
Patch panel 48p
Organizer
Switch non PoE 48p

Patch panel 24p <i>Modular</i>
Organizer
Switch PoE 8p
police
Router
Optická vana
Napájení

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Příslušenství datového rozvaděče

Napájení

Pro napájení komponent datového rozvaděče bude využito napájení Acar S8 FA vybavené přepětovou ochranou, které zajistí ochranu zařízení před poškozením. Dané napájení je vhodné pro osazení do rozvaděče o rozměrech 19", je vybaveno osmi zásuvkami 230V a zabere v rozvaděči místo 1U.



Obrázek 18: Napájení Acar S8 FA

[Zdroj: JABLOSHOP.CZ, n.d.]

Organizér

Kabely budou v datových rozvaděcích uloženy ve vyvazovacích panelech **Solarix 19" 1U BK** o velikosti 40×80 mm. Tento organizér disponuje ocelovou konstrukcí, která zajistí dostatečnou pevnost a spolehlivost.

VP-08-1-00-B



Obrázek 19: Organizér Solarix 19" 1U BK

[Zdroj: SOLARIX.CZ, n.d.] .

4.7 Prvky vedení kabeláže

4.7.1 Žlaby

Pro vedení kabeláže budou využity parapetní žlaby **Kopos PK 110×65**, které budou vedeny ve většině případů dle schématu v příloze č. 1. Dané žlaby jsou vybaveny ochranou fólií a stupněm krytí IP-40. Datové zásuvky budou montovány přímo do žlabu.

Bylo by možné zvolit i řešení formou lišt, které by lépe splňovaly požadavky na zaplnění vnitřního prostoru, ale protože se jedná o prostory školy, jeví se jako vhodnější varianta pevnější parapetní žlab.



Obrázek 20: Žlab Kopus PK 110×65

[Zdroj: KOPOS.CZ, n.d.]

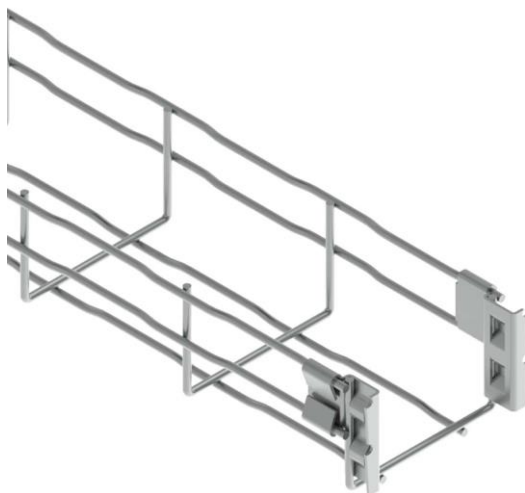
V samostatné místnosti, kde se nachází druhý datový rozvaděč, bude využit žlab **Kopus PK 170×65**, protože trasy povedou společně do sousední místnosti P304.



Obrázek 21: Žlab Kopus PK 170×65

[Zdroj: KOPOS.CZ, n.d.]

Pro vedení kabeláže podlahou budou využity drátěné žlaby **Kopos BF 60×60** ukotvené podlahovými příchýtkami.



Obrázek 22: Žlab Kopos BF 60×60

[Zdroj: KOPOS.CZ, n.d.]

4.7.2 Elektroinstalační trubka

Pro vedení jednoho kabelu budou využity elektroinstalační trubky **Kopos Super Monoflex 1216E_L50D** (o vnitřním průměru 10,7 mm) zapuštěné do zdi. Tento typ elektroinstalačních trubek bude použit například pro připojení Access Pointů.



Obrázek 23: Elektroinstalační trubka Kopos Super Monoflex 1216E_L50D

[Zdroj: KOPOS.CZ, n.d.]

Pro vedení svazku průchodem ve zdi bude využita elektroinstalační trubka **Kopos Super Monoflex 1250_L25** (o vnitřním průměru 39,6 mm).

4.8 Systém značení

Pro dobrou orientaci v budově bude zaveden systém značení. Pro rozsah dané budovy jsem zvolil systém značení, kde první znak v názvu místnosti označuje, zda se jedná o běžnou místnost (M), nebo počítačovou učebnu (P). První číslice v názvu označuje patro místnosti (1–3) a následné dvojčíslí označuje číslo místnosti na patře.

Pro datové zásuvky jsem zvolil systém značení, kde první číslo (1–3) označuje patro, následující dvojčíslí označuje číslo datové zásuvky na patře a poslední znak označuje počet portů zásuvky (A–B).

Výsledný název zásuvky můžeme zapsat například ve tvaru 302B, kde 3 označuje patro, 02 pořadí zásuvky na patře a B označuje zásuvku se dvěma porty.

Datové rozvaděče budou pojmenovány začátečnimi písmeny a příslušným číslem, například DR1.

Pro lepší orientaci ve schématu poslouží níže uvedená legenda.

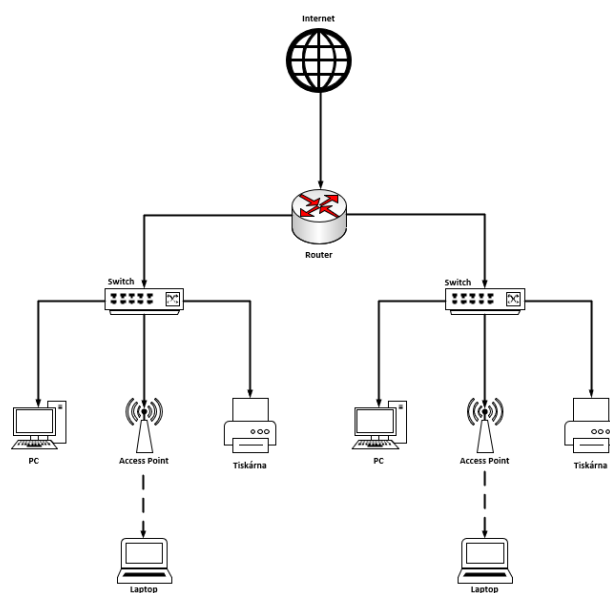


Obrázek 24: Legenda schématu

[Zdroj: Vlastní zpracování]

4.9 Logické schéma sítě

Internet bude přiveden do budovy pomocí optického připojení, které bude zajištěno místním poskytovatelem internetového připojení. Zajištěné připojení je navedeno do samostatné místnosti pro datový rozvaděč ve třetím patře. V rozvaděči se internet připojí do optické vany, kudy se bude distribuovat dále. Z datových zásuvek bude síť svedena do jednotlivých patch panelů v příslušném datovém rozvaděči. Každý patch panel bude propojen s odpovídajícím switchem. Switche budou zapojeny do hvězdicové topologie a datové rozvaděče budou propojeny spojem vedeným přes půdu budovy.



Obrázek 25: Logické schéma sítě

[Zdroj: Vlastní zpracování]

4.10 Aktivní prvky

Investor požaduje realizaci aktivních prvků od značky Ubiquiti kvůli vzdálené správě.

4.10.1 Switch

Aby bylo dosaženo požadovaných kapacit, bude zapotřebí několika druhů switchů. Prvním z nich bude **Ubiquiti UniFi Switch 48** [EAN: 810010072498]. Tento switch

se bude v budově nacházet celkem třikrát. Jednou v datovém rozvaděči DR1 a dvakrát v datovém rozvaděči DR2. Bude sloužit pro běžné zásuvky, tudíž nebude zapotřebí investovat do dražší verze s podporou PoE.

Aby bylo dosaženo požadovaných kapacit portů, bude zapotřebí zainvestovat do dalšího switche v prvním datovém rozvaděči. Zde ale zvolíme switch o menší kapacitě portů za účelem úspory finančních prostředků, a to konkrétně **Ubiquiti UniFi Switch 24** [EAN: 810010071385].

Aby bylo docíleno požadované modernizace sítě, bude zapotřebí zajistit připojení přístupových bodů. Pro zapojení bez nutnosti PoE injektorů bude nutné zainvestovat do switchů s podporou PoE. Proto bude první rozvaděč doplněn o switch **Ubiquiti UniFi Switch 16 PoE** [EAN: 8592457179382] a druhý rozvaděč o **Ubiquiti UniFi Switch 8** [EAN: 0810354024467].



Obrázek 26: Ubiquiti UniFi Switch 48 portů

[Zdroj: I4WIFI.CZ, n.d.]

4.10.2 Router

Pro dosažení požadovaného výkonu a zajištění bezpečnosti navrhuji router **Ubiquiti UniFi Dream Machine Pro** [EAN: 817882027373]. Díky výkonnému čtyřjádrovému procesoru bude zajištěna plynulost sítě a o bezpečnost se postarají pokročilé

zabezpečovací prvky jako například IPS. Vyhovuje to celému konceptu sítě také díky vzdálenému managementu.



Obrázek 27: Router Ubiquiti UniFi Dream Machine Pro

[Zdroj: I4WIFI.CZ, n.d.]

4.10.3 Access Point

Pro tento projekt jsem zvolil řešení bezdrátové sítě pomocí Access Pointů **Ubiquiti UniFi AC Long Range** [EAN: 810354023507]. Varianta Long Range se jeví jako vhodná možnost pro řešení tlustých zdí budovy.

Daný Access Point dosahuje přenosové rychlosti až 1317 Mbps a pracuje v pásmech 2,4 i 5 GHz. Díky své anténě dokáže za optimálních podmínek dosáhnout až 183 m, což bude i přes tlusté zdi budovy nadmíru dostačující pokrytí.



Obrázek 28: Access Point Ubiquiti UniFi AC Long Range

[Zdroj: I4WIFI.CZ, n.d.]

4.11 Ekonomické zhodnocení

V této kapitole je popsán výběr jednotlivých komponent a materiálů, ze kterých bude možné realizovat danou počítačovou síť. Ekonomické zhodnocení zahrnuje aktivní a pasivní prvky, úložné systémy a potřebné příslušenství. Ceny materiálu byly odhadnuty z cen lokálních distributorů. Cena za práce byla odhadnuta jako polovina ceny pasivních prvků.

Celková cena sítě byla odhadnuta na **556 526,46 Kč** bez DPH.

Rozpis jednotlivých položek s množstvím a cenou nalezneme v příloze č. 4.

Tabulka 5 Zkrácený rozpočet

Aktivní prvky	78 265,00 Kč
Pasivní prvky	318 840,97 Kč
Práce	159 420,49 Kč
Celkem	556 526,46 Kč

[Zdroj: Vlastní zpracování]

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout zcela novou počítačovou síť pro budovu Obchodní akademie GPOA Znojmo. Požadavek byl kladen na navýšení přípojných míst, stabilní pokrytí Wi-Fi signálem a realizaci za pomoci aktivních prvků značky Ubiquiti. Všechny zmiňované požadavky investora byly splněny a řešení je navrženo tak, aby vyhovovalo současným i budoucím požadavkům na vytížení sítě.

Při vypracování projektu se vycházelo z analýzy současného stavu a teoretických východisek práce. Během realizace projektu byl kladen důraz na výběr kvalitních komponent a materiálů, za co nejpříznivější ceny, ale ne na úkor kvality. Důležité bylo také zajistit materiály s dobrou dostupností na lokálním trhu, proto byly zvoleny značky, které jsou dobře dostupné od tuzemských distributorů. Daný projekt může posloužit jako dokumentace pro skutečnou realizaci sítě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

GPOA Znojmo - Titulní strana. GPOA Znojmo - Titulní strana [online]. Copyright © 2023 Gymnázium, Střední pedagogická škola, Obchodní akademie a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Znojmo, příspěvková organizace, všechna práva vyhrazena. [cit. 23.04.2023]. Dostupné z: <https://www.gpoa.cz>

Kronika Obchodní akademie [online]. Znojmo, 2017 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://fliphtml5.com/ecuz/lfgh/basic>. Maturitní projekt. Gymnázium, Střední pedagogická škola, Obchodní akademie a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Znojmo, příspěvková organizace.

SOSINSKY, Barrie A. Mistrovství – počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. : il. ISBN 978-80-251-3363-7.

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

JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy. 2. rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015, 350 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-214-5115-5.

PUŽMANOVÁ, Rita. TCP/IP v kostce. 2. upr. a rozš. vyd. České Budějovice: Kopp, 2009, 619 s. : il. ; 24 cm. ISBN 978-80-7232-388-3.

Strukturovaný kabelážní systém: příručka. Varnet [online]. Praha: Varnet, 2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: https://www.varnet.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf

SPORTACK, Mark A. Směrování v sítích IP. Brno: Computer Press, 2004, 351 s. ISBN 80-251-0127-4.

HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 3., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2006, 211 s. ISBN 80-251-0892-9.

RJ45 Cable Tester | Detailed Circuit Diagram Available. Electronics For You | Free DIY and Electronics Projects | Tech News [online]. Copyright © Copyright 2022 [cit. 23.04.2023]. Dostupné z: <https://www.electronicsforu.com/electronics-projects/hardware-diy/rj45-cable-tester>

KELine. KELine [online]. Copyright ©2016 [cit. 23.04.2023]. Dostupné z: <https://www.keline.cz/podpora/vedomostni-zakladna/metalicka-kabelaz/>

SOLARIX - kabeláž, optická kabeláž a rozvaděče. SOLARIX - kabeláž, optická kabeláž a rozvaděče [online]. 2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.solarix.cz/>

KOPOS KOLÍN a.s. [online]. 2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs>

Napájecí panel ACAR S8 FA RACK, přepěťová ochrana, 8 zásuvek, rack 19", černá 3m. Jabloshop [online]. Dostupné z: https://www.jabloshop.cz/4650-napajeci-panel-acar-s8-fa-rack-prepetova-ochrana-8-zasuvek-rack-19-cerna-3m?gclid=CjwKCAjwrmdmhBhBBEiwA4Hx5g-V8f8rJiXyZUUHsIRCCJXKUCdr5_D0TfbtojhVwRxmdy1zL2bK7rRoCdtMQAvD_BwE#4650

i4wifi.cz . i4wifi.cz [online]. 2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/>

ODOM, W. Počítačové sítě bez předchozích znalostí. Brno: CP Books, 2005. 383 s. ISBN 80-251-0538-5.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACK – Acknowledgement

ARP - Address Resolution Protocol

ASCII - American Standard Code for Information Interchange

CLI - Command Line Interface

CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

ČSN – Česká technická norma

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

DNS - Domain Name System

EBCDIC - Extended Binary Coded Decimal Interchange Code

EIA - Electronic Industries Alliance

FTP - File Transfer Protocol

HTTP - HyperText Transfer Protocol

ICMP - Internet Control Message Protocol

IGMP - Internet Group Management Protokol

IP - Internet Protocol

ISO - International Organization for Standardization

LED - Light Emitting Diode

LLC - Logical Link Control

MAC - Media Access Control

MMF - Multi mode Fiber

ODF – Optical Distribution Frame

OSI - Open System Interconnection

OSPF - Open Shortest Path First

PDU - Protocol data unit

PoE - Power over Ethernet

PVC - Polyvinylchlorid

RARP - Reverse Address Resolution Protocol

SMF - Single Mode Fiber

SNMP - Simple Network Management Protocol

TCP - Transmission Control Protocol

TELNET - Teletype network

TIA - Telecommunications Industries Association

UDP - User Datagram Protocol

UTP - Unshielded Twisted Pair

VRRP - Virtual Router Redundancy Protocol

Wi-Fi - Wireless Fidelity

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Půdorys 1.NP.....	16
Obrázek 2: Půdorys 2.NP.....	17
Obrázek 3: Půdorys 3.NP.....	19
Obrázek 4: Topologie – sběrnice	24
Obrázek 5: Topologie – kruh.....	25
Obrázek 6: Topologie – hvězda.....	25
Obrázek 7: Vrstvy ISO/OSI.....	27
Obrázek 8: Rozdíl mezi ISO/OSI a TCP/IP.....	32
Obrázek 9: Schéma zapojení.....	37
Obrázek 10: Dělení dle kategorií	38
Obrázek 11: Redundantní trasy.....	42
Obrázek 12: Schéma počítačových učeben (3NP).....	51
Obrázek 13: Instalační kabel Solarix CAT6 UTP	53
Obrázek 14: Optický kabel Solarix OM3	53
Obrázek 15: PatchCord Solarix UTP CAT6.....	54
Obrázek 20: Patch panel Solarix 24 x RJ45 CAT6	55
Obrázek 21: Datový rozvaděč Solarix LC-50 24U.....	56
Obrázek 22: Napájení Acar S8 FA	58
Obrázek 23: Organizér Solarix 19" 1U BK.....	59
Obrázek 16: Žlab Kopus PK 110×65.....	60
Obrázek 17: Žlab Kopus PK 170×65.....	60
Obrázek 18: Žlab Kopus BF 60×60.....	61
Obrázek 19: Elektroinstalační trubka Kopus Super Monoflex 1216E_L50D.....	61
Obrázek 24: Legenda schématu.....	62
Obrázek 25: Logické schéma sítě	63
Obrázek 26: Ubiquiti UniFi Switch 48 portů.....	64
Obrázek 27: Router Ubiquiti UniFi Dream Machine Pro.....	65
Obrázek 28: Access Point Ubiquiti UniFi AC Long Range	66

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

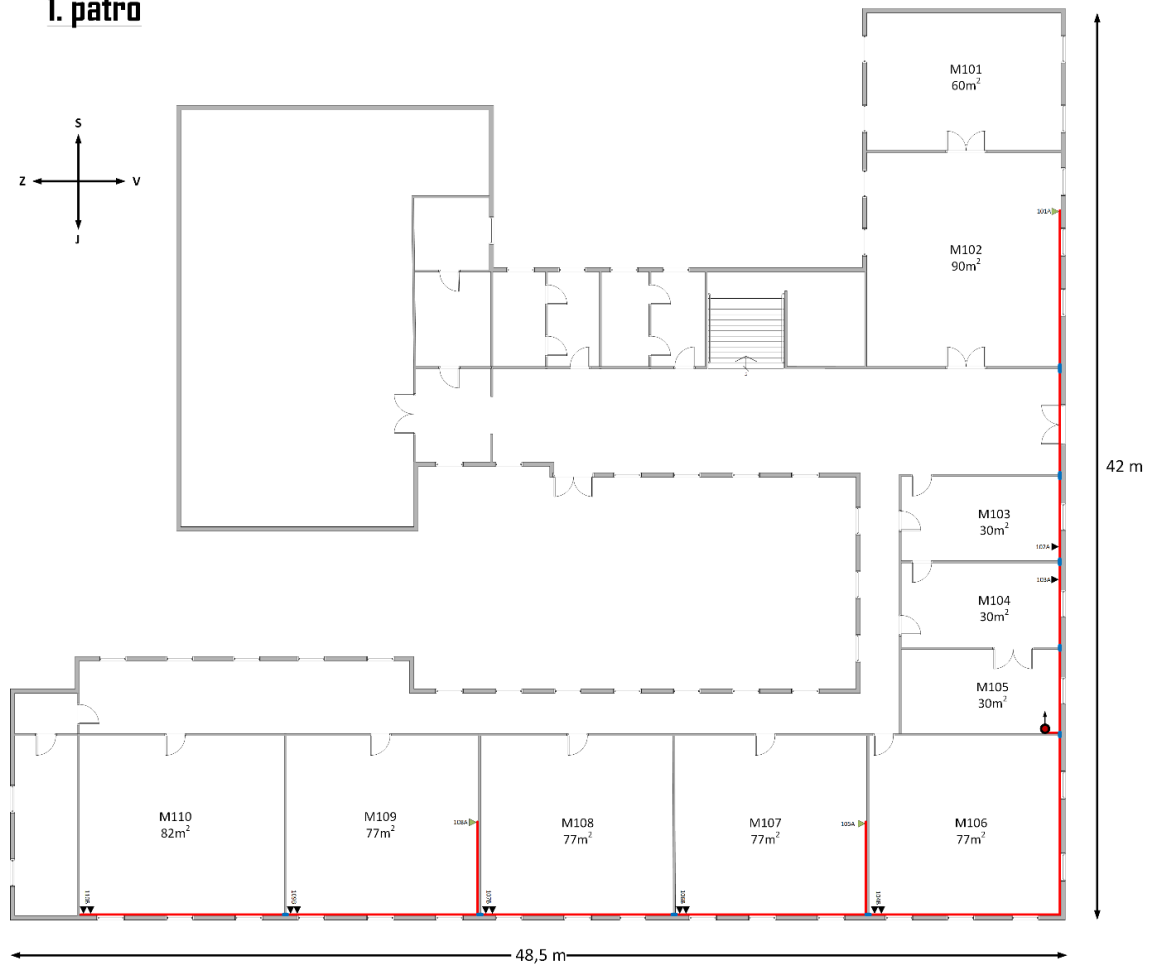
Tabulka 1: Druhy Ethernetu	35
Tabulka 2: Počet přípojných míst dle místností.....	47
Tabulka 3: Rozložení prvního datového rozvaděče.....	57
Tabulka 4: Rozložení druhého datového rozvaděče	57
Tabulka 5 Zkrácený rozpočet	66

SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH

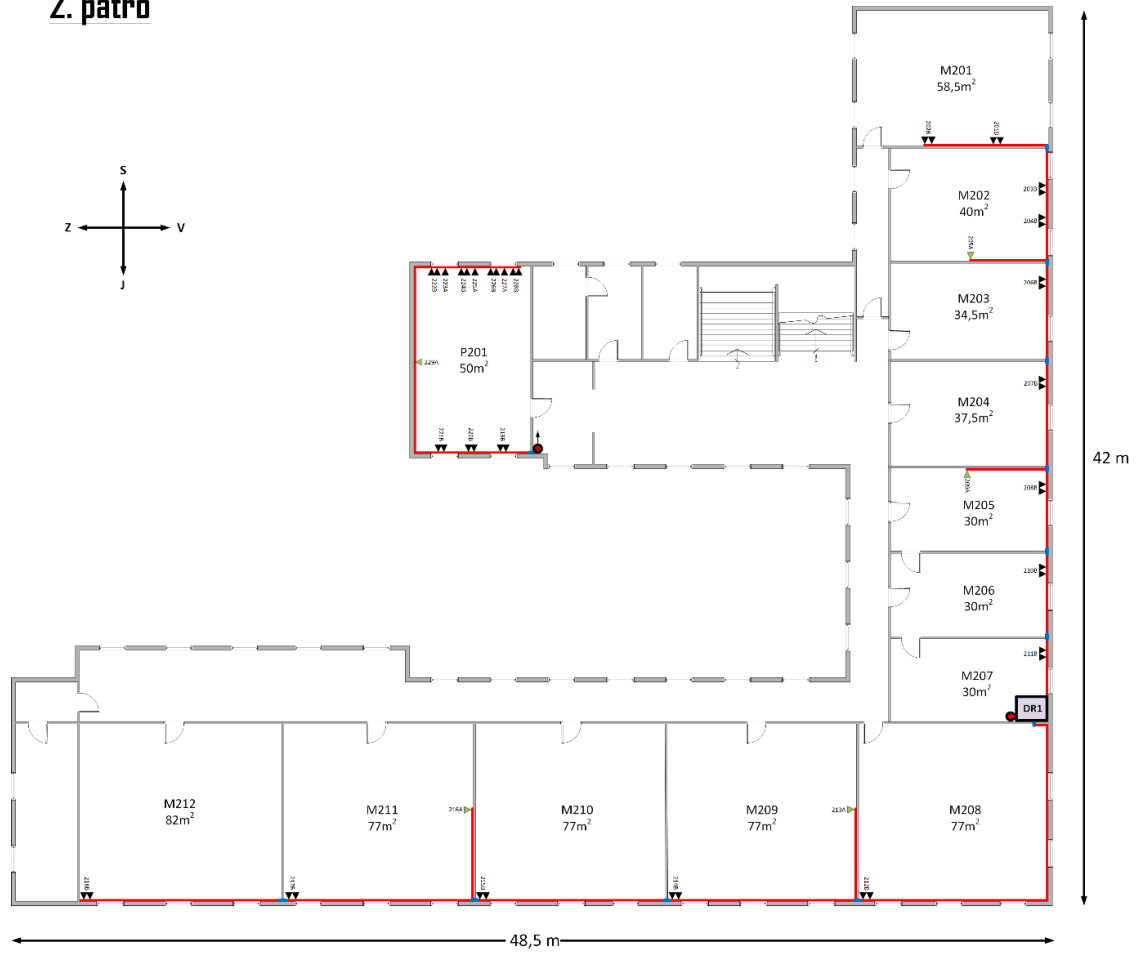
Příloha 1: Vedení kabelů.....	75
Příloha 2: Detailní zapojení patch panelů v rozvaděčích.....	78
Příloha 3: Tabulka kabelů.....	79
Příloha 4: Ekonomické zhodnocení	83

Příloha 1: Vedení kabelů

I. patro

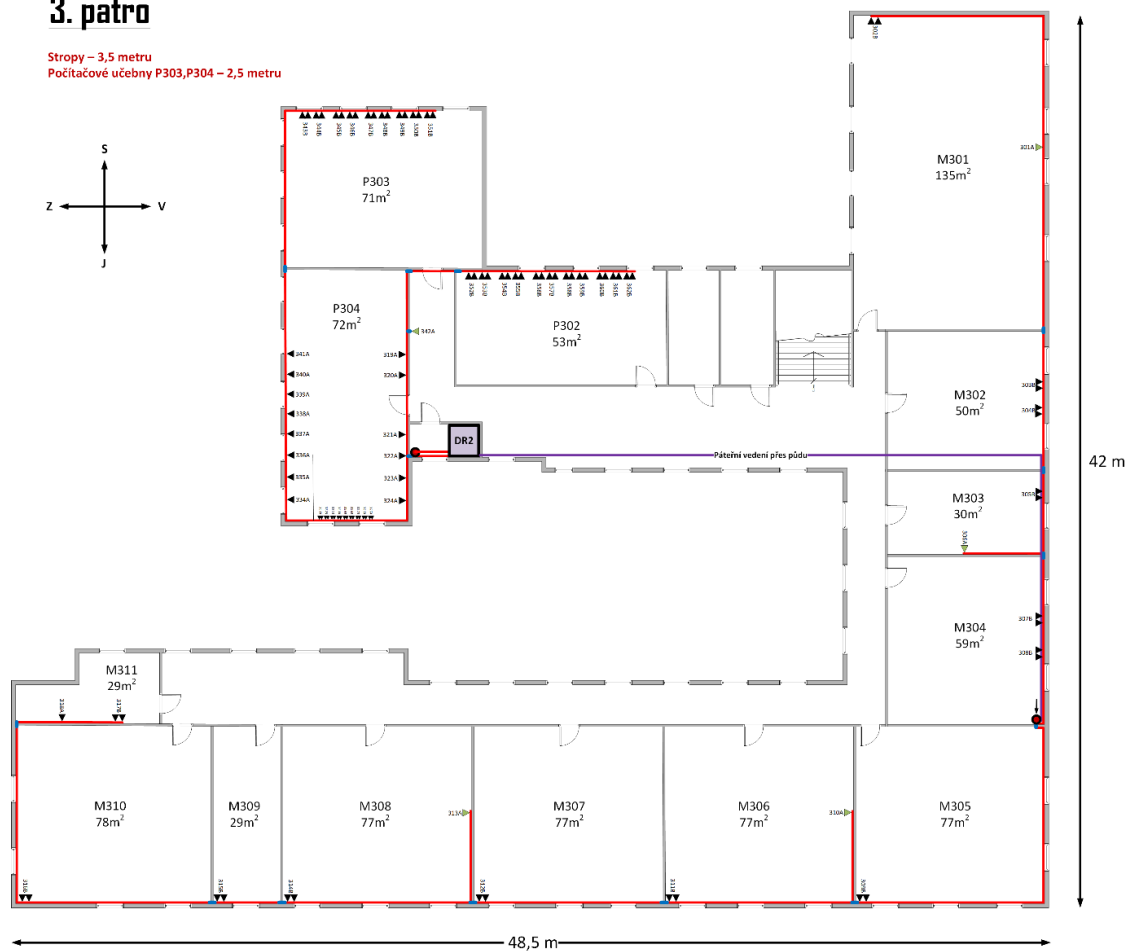


2. patro



3. patro

Stropy – 3,5 metru
Počítačové učebny P303,P304 – 2,5 metru



[Zdroj: Vlastní zpracování]

Příloha 2: Detailní zapojení patch panelů v rozvaděčích

DR1

PP1	102A	103A	104A	104B	106A	106B	107A	107B	109A	109B	110A	110B	201A	201B	202A	202B	203A	203B	204A	204B	206A	206B	207A	207B	
	208A	208B	210A	210B	211A	211B	212A	212B	214A	214B	215A	215B	217A	217B	218A	218B	302A	302B	303A	303B	304A	46	47	48	
Organizer																									
Switch non PoE 48p																									
PP2	304B	305A	305B	307A	307B	308A	308B	309A	309B	311A	311B	312A	312B	314A	314B	315A	315B	316A	316B	317A	317B	318A	23	24	
	Organizer																								
Switch non PoE 24p																									
PP3	101A	105A	108A	205A	209A	213A	216A	301A	306A	310A	313A	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	Organizer																								
Switch PoE 16p																									
Optická vana																									
Napájení																									

DR2

PP4	219A	219B	220A	220B	221A	221B	222A	222B	223A	224A	224B	225A	226A	226B	227A	228A	228B	319A	320A	321A	322A	323A	324A	325A	
	325B	326A	326B	327A	327B	328A	328B	329A	329B	330A	330B	331A	331B	332A	332B	333A	333B	334A	335A	336A	337A	46	47	48	
Organizer																									
Switch non PoE 48p																									
PP5	338A	339A	340A	341A	345A	343B	344A	344B	345A	345B	346A	346B	347A	347B	348A	348B	349A	349B	350A	350B	351A	351B	352A	352B	
	353A	353B	354A	354B	355A	355B	356A	356B	357A	357B	358A	358B	359A	359B	360A	360B	361A	361B	362A	362B	45	46	47	48	
Organizer																									
Switch non PoE 48p																									
PP6	229A	342A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	Organizer																								
Switch PoE 8p																									
Police																									
Router																									
Optická vana																									
Napájení																									

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Příloha 3: Tabulka kabelů

Tabulka kabelů

Patch Panel	Port Patch Panelu	Míst-nost	Zásuv-ka	Značení portu	Značení kabelu	Délka kabelu (m)
PP3	1	M102	1	101A	101A	32,8
PP1	1	M103	2	102A	102A	14,7
PP1	2	M104	3	103A	103A	13,2
PP1	3	M106	4	104A	104A	23
PP1	4			104B	104B	23
PP3	2	M107	5	105A	105A	30,4
PP1	5		6	106A	106A	32
PP1	6		106B	106B	32	
PP1	7	M108	7	107A	107A	41
PP1	8			107B	107B	41
PP3	3	M109	8	108A	108A	48,4
PP1	9		9	109A	109A	50
PP1	10			109B	109B	50
PP1	11	M110	10	110A	110A	59
PP1	12			110B	110B	59
PP1	13	M201	1	201A	201A	34,7
PP1	14			201B	201B	34,7
PP1	15		2	202A	202A	31,5
PP1	16			202B	202B	31,5
PP1	17	M202	3	203A	203A	27,1
PP1	18			203B	203B	27,1
PP1	19		4	204A	204A	25,6
PP1	20			204B	204B	25,6
PP3	4	M203	5	205A	205A	29,7
PP1	21		6	206A	206A	22,7
PP1	22	206B		206B	22,7	
PP1	23	M204	7	207A	207A	18
PP1	24			207B	207B	18
PP1	25	M205	8	208A	208A	13,1
PP1	26			208B	208B	13,1
PP3	5		9	209A	209A	20,1
PP1	27	M206	10	210A	210A	9,2
PP1	28			210B	210B	9,2
PP1	29	M207	11	211A	211A	5,3
PP1	30			211B	211B	5,3
PP1	31	M208	12	212A	212A	19,1
PP1	32			212B	212B	19,1
PP3	6	M209	13	213A	213A	26,5
PP1	33		14	214A	214A	28,1
PP1	34			214B	214B	28,1

PP1	35	M210	15	215A	215A	37,1	
PP1	36			215B	215B	37,1	
PP3	7	M211	16	216A	216A	44,5	
PP1	37			217A	217A	46,1	
PP1	38		217B	217B	46,1		
PP1	39	M212	18	218A	218A	55,1	
PP1	40			218B	218B	55,1	
PP4	1	P201	19	219A	219A	8,4	
PP4	2			219B	219B	8,4	
PP4	3		20	220A	220A	9,9	
PP4	4			220B	220B	9,9	
PP4	5		21	221A	221A	11,4	
PP4	6			221B	221B	11,4	
PP4	7		22	222A	222A	22,5	
PP4	8			222B	222B	22,5	
PP4	9		23	223A	223A	22,5	
PP4	10		24	224A	224A	24	
PP4	11			224B	224B	24	
PP4	12		25	225A	225A	24	
PP4	13		26	226A	226A	25,5	
PP4	14			226B	226B	25,5	
PP4	15		27	227A	227A	25,5	
PP4	16		28	228A	228A	26	
PP4	17			228B	228B	26	
PP6	1			35	229A	229A	19,4
PP3	8		M301	1	301A	301A	33,3
PP1	41			2	302A	302A	45
PP1	42	302B			302B	45	
PP1	43	M302	3	303A	303A	19,6	
PP1	44			303B	303B	19,6	
PP1	45		4	304A	304A	18,4	
PP2	1	304B		304B	18,4		
PP2	2	M303	5	305A	305A	14,5	
PP2	3			305B	305B	14,5	
PP3	9		6	306A	306A	18	
PP2	4	M304	7	307A	307A	8,6	
PP2	5			307B	307B	8,6	
PP2	6		8	308A	308A	7	
PP2	7			308B	308B	7	
PP2	8	M305	9	309A	309A	21	
PP2	9			309B	309B	21	
PP3	10	M306	10	310A	310A	28,4	
PP2	10		11	311A	311A	30	
PP2	11			311B	311B	30	
PP2	12	M307	12	312A	312A	39	
PP2	13			312B	312B	39	

PP3	11	M308	13	313A	313A	46,4
PP2	14		14	314A	314A	48
PP2	15			314B	314B	48
PP2	16	M309	15	315A	315A	51,3
PP2	17			315B	315B	51,3
PP2	18	M310	16	316A	316A	60,3
PP2	19			316B	316B	60,3
PP2	20	M311	17	317A	317A	71
PP2	21			317B	317B	73,7
PP2	22		18	318A	318A	73,7
PP4	18	P304	19	319A	319A	10
PP4	19		20	320A	320A	9
PP4	20		21	321A	321A	5
PP4	21		22	322A	322A	4
PP4	22		23	323A	323A	5
PP4	23		24	324A	324A	6
PP4	24		25	325A	325A	9
PP4	25			325B	325B	9
PP4	26		26	326A	326A	9
PP4	27			326B	326B	9
PP4	28		27	327A	327A	9
PP4	29			327B	327B	9
PP4	30		28	328A	328A	10
PP4	31			328B	328B	10
PP4	32		29	329A	329A	10
PP4	33			329B	329B	10
PP4	34		30	330A	330A	10
PP4	35			330B	330B	10
PP4	36		31	331A	331A	11
PP4	37			331B	331B	11
PP4	38		32	332A	332A	11
PP4	39			332B	332B	11
PP4	40		33	333A	333A	11
PP4	41			333B	333B	11
PP4	42		34	334A	334A	13,6
PP4	43		35	335A	335A	14,6
PP4	44		36	336A	336A	15,6
PP4	45		37	337A	337A	16,6
PP5	1		38	338A	338A	17,6
PP5	2		39	339A	339A	18,6
PP5	3		40	340A	340A	19,6
PP5	4		41	341A	341A	20,6
PP6	2	42	342A	342A	12,8	
PP5	5	P303	43	343A	343A	34,2
PP5	6			343B	343B	34,2
PP5	7		44	344A	344A	34,2

PP5	8			344B	344B	34,2	
PP5	9			345A	345A	35,7	
PP5	10			45	345B	345B	35,7
PP5	11			46	346A	346A	35,7
PP5	12				346B	346B	35,7
PP5	13			47	347A	347A	37,2
PP5	14				347B	347B	37,2
PP5	15			48	348A	348A	37,2
PP5	16				348B	348B	37,2
PP5	17			49	349A	349A	38,7
PP5	18				349B	349B	38,7
PP5	19			50	350A	350A	38,7
PP5	20				350B	350B	38,7
PP5	21			51	351A	351A	39
PP5	22				351B	351B	39
PP5	23			52	352A	352A	20,8
PP5	24				352B	352B	20,8
PP5	25			53	353A	353A	20,8
PP5	26				353B	353B	20,8
PP5	27			54	354A	354A	22,3
PP5	28				354B	354B	22,3
PP5	29			55	355A	355A	22,3
PP5	30				355B	355B	22,3
PP5	31			56	356A	356A	23,8
PP5	32				356B	356B	23,8
PP5	33			57	357A	357A	23,8
PP5	34				357B	357B	23,8
PP5	35			58	358A	358A	25,3
PP5	36				358B	358B	25,3
PP5	37			59	359A	359A	25,3
PP5	38				359B	359B	25,3
PP5	39			60	360A	360A	26,8
PP5	40				360B	360B	26,8
PP5	41			61	361A	361A	26,8
PP5	42				361B	361B	26,8
PP5	43			62	362A	362A	27
PP5	44				362B	362B	27
Celkem			P302				4392,2

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Příloha 4: Ekonomické zhodnocení

Rozpočet

	Položka	Jednotka	Počet	Cena bez DPH	Celkem cena bez DPH
Aktivní prvky	Ubiquiti UniFi Switch 48	ks	3	8 890,00 Kč	26 670,00 Kč
	Ubiquiti UniFi Switch 24	ks	1	4 979,00 Kč	4 979,00 Kč
	Ubiquiti UniFi Switch 16 PoE	ks	1	6 640,00 Kč	6 640,00 Kč
	Ubiquiti UniFi Switch 8 150 W	ks	1	4 390,00 Kč	4 390,00 Kč
	Ubiquiti UniFi Dream Machine Pro	ks	1	8 299,00 Kč	8 299,00 Kč
	Ubiquiti UniFi AP AC Long Range	ks	13	2 099,00 Kč	27 287,00 Kč
Pasivní prvky	Patch panel Solarix 24 x RJ45 CAT6 UTP 350 MHz černý 1U SX24-6-UTP-BK	ks	1	1 397,00 Kč	1 397,00 Kč
	Patch panel Solarix 48 x RJ45 CAT6 UTP 350 MHz černý 2U SX48-6-UTP-BK	ks	3	2 853,00 Kč	8 559,00 Kč
	Modulární neosazený patch panel Solarix 24 portů 1U SX24M-0-STP-BK-UNI-N	ks	2	348,00 Kč	696,00 Kč
	Rozvaděč nástěnný SENSE 15U 500mm, dveře sklo,RAL 7035, SENSE-15U-65-11-G	ks	1	4 618,00 Kč	4 618,00 Kč
	Rozvaděč LC-50 24U, 800x800 RAL 7035, skleněné dveře	ks	1	11 111,90 Kč	11 111,90 Kč
	Napájecí panel ACAR S8 FA RACK, přepěťová ochrana, 8 zásuvek, rack 19", černá 3m	ks	2	655,00 Kč	1 310,00 Kč
	Vyvazovací panel 19" 1U BK ocelový VP-08-1-00-B	ks	6	172,00 Kč	1 032,00 Kč
	Police 19" 1U 350mm ukládací plato BK úchyt na přední lišty UP-03-B	ks	1	466,00 Kč	466,00 Kč
	Optická vana s výsuvnou policí hliník 1U bez čela FOS-1U-ALU	ks	2	1 109,00 Kč	2 218,00 Kč
	Čelo optické vany 1U ALU pro 12 SC duplex FP-1U-12SCD-ALU	ks	2	137,00 Kč	274,00 Kč
	Univerzální kabel CLT Solarix 04vl 50/125 LSOH OM3 černý SXKO-CLT-4-OM3-LSOH	m	55	20,80 Kč	1 144,00 Kč
	Pigtail 50/125 LCupc MM OM3 1,5m SXPI-LC-UPC-OM3-1,5M	ks	8	44,00 Kč	352,00 Kč
	Adaptér LC MM OM3 duplex SXAD-LC-PC-OM3-D	ks	2	29,00 Kč	58,00 Kč
	Ubiquiti UFiber MM 1Gbit 2 ks	ks	4	394,00 Kč	1 576,00 Kč
	Samořezný keystone Solarix CAT6 UTP SXXJ-6-UTP-BK-SA	ks	15	60,00 Kč	900,00 Kč
	Instalační kabel Solarix CAT6 UTP PVC SXXD-6-UTP-PVC 500m/cívka	m	4500	12,01 Kč	54 045,00 Kč

	Patch kabel CAT6 UTP PVC 0,5m modrý snag-proof C6-114BU-0,5MB	ks	85	39,00 Kč	3 315,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 0,5m červený snag-proof C6-114RD-0,5MB	ks	84	39,00 Kč	3 276,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 1m šedý snag-proof C6-114GY-1MB	ks	18	48,00 Kč	864,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 2m šedý snag-proof C6-114GY-2MB	ks	77	62,00 Kč	4 774,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 3m šedý snag-proof C6-114GY-3MB	ks	17	77,00 Kč	1 309,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 5m šedý snag-proof C6-114GY-5MB	ks	25	104,00 Kč	2 600,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 7m šedý snag-proof C6-114GY-7MB	ks	4	135,00 Kč	540,00 Kč
	Patch kabel CAT6 UTP PVC 10m šedý snag-proof C6-114GY-10MB	ks	4	182,00 Kč	728,00 Kč
	Zásuvka Solarix CAT6 UTP 1 x RJ45 pod omítku bílá SX9-1-6-UTP-WH	ks	33	153,00 Kč	5 049,00 Kč
	Zásuvka Solarix CAT6 UTP 2 x RJ45 pod omítku bílá SX9-2-6-UTP-WH	ks	68	172,00 Kč	11 696,00 Kč
	Přístrojová krabice pro kanály PK KP PK_HB	ks	156	78,73 Kč	12 281,88 Kč
	Čtvercová montážní krabice pod omítku	ks	13	14,00 Kč	182,00 Kč
	Parapetní kanál Kopos PK 110x65 D_HD (2m)	m	342	416,21 Kč	142 343,82 Kč
	Kopos PK 110X65 D - kryt spojovací 8212_HB (2ks)	ks	134	106,09 Kč	14 216,06 Kč
	Kopos PK 110X65 D - kryt koncový 8211_HB (2ks)	ks	12	92,64 Kč	1 111,68 Kč
	Kopos PK 110X65 D - Kryt roh vnitřní 8215_HB (2ks)	ks	14	209,05 Kč	2 926,70 Kč
	Kopos PK 110X65 D - Kryt průchodkový 8217_HB (2ks)	ks	40	71,98 Kč	2 879,20 Kč
	Kopos PK 110X65 D - Kryt ohybový 8213_HB (2ks)	ks	6	195,03 Kč	1 170,18 Kč
	Parapetní kanál Kopos PK 170x65 D_HD (2m)	m	2	650,00 Kč	1 300,00 Kč
	Drátěný žlab Kopos DZI 60x60_BZNCR (3m)	m	39	137,95 Kč	5 380,05 Kč
	Elektroinstalační trubka - Kopos Super Monoflex (vnitřní průměr 10,7mm) (50m) 1216E_L50D	m	100	11,36 Kč	1 136,00 Kč
	Elektroinstalační trubka - Kopos Super Monoflex (vnitřní průměr 39,6mm) (25m)	m	25	74,28 Kč	1 857,00 Kč
	Záslepka XtendLan SXXJ-0-BK	ks	33	4,50 Kč	148,50 Kč
	Montážní materiál			odhad	8 000,00 Kč
Práce	Odhad plánovaných prací			odhad	159 420,49 Kč

Celkem

556 526,46 Kč

[Zdroj: Vlastní zpracování]