



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

## NÁVRH KOMUNIKAČNÍ INFRASTRUKTURY NA BÁZI POF

POF BASE NETWORK INFRASTRUCTURE DESIGN

BAKALÁŘSKA PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Toth

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2018

## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky  
Student: **Lukáš Toth**  
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Manažerská informatika  
Vedoucí práce: **Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.**  
Akademický rok: 2017/18

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

### Návrh komunikační infrastruktury na bázi POF

#### 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:

Cílem práce je navrhnout síťovou infrastrukturu na bázi POF.

#### 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.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I Univerzální kabelážní systémy. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4839-1.

KUROSE, J. F. a K. W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-325-0.

TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 97880-247-2098-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně dne 28.2.2018

L. S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
ředitel

---

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.

děkan

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce představuje návrh počítačové sítě pro novou budovu společnosti RENISHAW s.r.o.. První část této práce je zaměřena na teoretická východiska a obecné informace z oblasti počítačových sítí. Ve druhé části definuje problémy, popisuje aktuální situaci a požadavky investora. Třetí část obsahuje vlastní návrh počítačové sítě vytvořený podle požadavků investora, popis materiálů a kalkulace nákladů na realizaci.

## **Abstract**

This bachelor's thesis presents the design of a computer network for a new building of company RENISHAW s.r.o.. The first part is focused on theory and general information from the area of computer networks. In the second part is defined problems, describes the current situation and the requirements of the investor. The third part includes the design project of new computer network, which is created on the investor's requirements, a description of the materials and a calculation of the implementation costs.

## **Klíčová slova**

počítačová síť, komunikační infrastruktura, strukturovaná kabeláž, topologie sítě, metalické kabely, optické kabely, plastové optické kabely, ISO/OSI model, TCP/IP

## **Key words**

computer network, communication infrastructure, structured cabling, network topology, metal cables, optical cables, plastic optical cables, ISO/OSI model, TCP/IP

### **Bibliografická citace vaší práce**

TOTH, L. *Návrh komunikační infrastruktury na bázi POF*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2018. 94 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph. D..

### **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 31. května 2018

.....  
podpis studenta

### **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval především vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D., za veškerou jeho pomoc a cenné rady, při tvorbě této práce. Také bych chtěl poděkovat pánům Ing. Petru Sedlákovi a Ing. Vilému Jordánovi, za cenné informace a rady, které pro mě byly velkým přínosem, nejen při tvorbě bakalářské práce, ale i v průběhu celého mého studia.

# OBSAH

ÚVOD .....	12
1. CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ .....	14
2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	15
2.1 Počítačová síť .....	15
2.2 Rozdělení počítačových sítí podle rozsahu .....	15
2.2.1 Síť PAN .....	15
2.2.2 Síť LAN .....	16
2.2.3 Síť MAN .....	16
2.2.4 Síť WAN .....	16
2.3 Topologie počítačových sítí .....	17
2.3.1 Topologie BUS .....	17
2.3.2 Topologie RING .....	18
2.3.3 Topologie STAR .....	19
2.4 Referenční model ISO/OSI .....	19
2.4.1 Fyzická vrstva .....	20
2.4.2 Linková vrstva .....	20
2.4.3 Síťová vrstva .....	20
2.4.4 Transportní vrstva .....	21
2.4.5 Relační vrstva .....	21
2.4.6 Prezentační vrstva .....	21
2.4.7 Aplikační vrstva .....	21
2.5 Referenční model TCP/IP .....	22
2.5.1 Vrstva síťového rozhraní .....	23
2.5.2 Síťová vrstva .....	23



2.5.3	Transportní vrstva .....	23
2.5.4	Aplikační vrstva .....	23
2.6	Komunikační infrastruktura .....	24
2.7	Kabelážní systém .....	24
2.7.1	Linka .....	24
2.7.2	Kanál .....	24
2.7.3	Třída .....	24
2.7.4	Kategorie .....	25
2.7.5	Strukturovaná kabeláž .....	25
2.7.6	Pracovní sekce .....	26
2.7.7	Horizontální sekce .....	27
2.7.8	Páteřní sekce .....	27
2.8	Přenosová prostředí a jejich prvky .....	28
2.8.1	Metalické kabelážní systémy a jejich prvky .....	28
2.8.2	Optické kabelážní systémy a jejich prvky .....	32
2.8.3	Technologie bezdrátového přenosu .....	35
2.8.4	Další prvky kabelážních systémů .....	36
2.9	Aktivní prvky .....	39
2.9.1	Aktivní prvky Fyzické vrstvy .....	39
2.9.2	Aktivní prvky Linkové vrstvy .....	39
2.9.3	Aktivní prvky pro Síťovou vrstvu .....	40
2.10	Plastic Optical Fiber .....	41
2.9.1	Konstrukce POF kabelu .....	42
2.9.2	Srovnání technologií GOF a POF .....	43
2.9.3	Standardy a normy pro POF .....	45
2.9.4	Prvky kabelážních systémů na bázi POF .....	45
2.11	Normy .....	48

3.	Analýza současného stavu .....	50
3.1	Základní informace o investorovi .....	50
3.2	Požadavky na projekt ze strany investora .....	50
3.3	Základní informace a popis budovy .....	51
3.3.1	Popis 1. PP budovy .....	52
3.3.2	Popis 1. NP budovy .....	54
3.3.3	Popis 2. NP budovy .....	56
3.4	Zhodnocení analýzy .....	58
4.	Vlastní návrh řešení .....	59
4.1	Návrh technologie a typu kabeláže .....	59
4.2	Topologie zapojení.....	60
4.3	Návrh umístění a počtu přípojných míst .....	60
4.4	Trasy kabelážní infrastruktury .....	64
4.4.1	Trasy páteřní sekce .....	64
4.4.2	Trasy horizontální sekce .....	65
4.4.3	Trasy VoIP .....	66
4.5	Prvky kabelážní infrastruktury .....	67
4.5.1	Prvky páteřní sekce .....	67
4.5.2	Prvky horizontálního sekce.....	68
4.5.3	Datové rozvaděče.....	71
4.5.4	Prvky pracovní sekce .....	76
4.5.5	Prvky pro VoIP .....	77
4.5.6	Prvky uložení kabeláže .....	77
4.5.7	Způsob a prvky značení .....	78
4.5.8	Aktivní prvky .....	81
4.6	Ekonomické zhodnocení .....	84
	Závěr .....	86

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	87
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	90
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	91
SEZNAM TABULEK .....	93
SEZNAM PŘÍLOH.....	94

# ÚVOD

V současnosti je téměř vše propojeno, lidé s lidmi, přístroje s přístroji i lidé s přístroji. Dnes například není vůbec nic zvláštního na tom, když člověk pošle SMS zprávu svému kotli, o tom kdy přijede domu a že chce mít zatopeno. Nebo to, že lékař například z Brna může v reálném čase konzultovat stav pacienta s odborníkem, třeba z Austrálie, dívat se mu při tom do obličeje, předávat si navzájem potřebnou dokumentaci, a to prostřednictvím počítače nebo mobilního telefonu. Technologie nás obklopují natolik, že to již téměř přestáváme vnímat. Běžný člověk bere jako samozřejmost, že přijde v podstatě kamkoli a připojí se na WiFi. Nepřemýšlí nad tím, jak je to možné, nebo jaká technologie je k tomu zapotřebí. Běžný uživatel prostě přijde a chce se připojit. A aby toto vše bylo možné, potřebujeme především síť. Protože právě síť ať už počítačová, mobilní, sociální, jakákoli tvoří to propojení.

Propojení zařízení do sítě, umožňuje komunikaci a kooperaci mezi těmito přístroji. Vývoj osobních počítačů, mobilních zařízení, a celkově moderních technologií vytvořil určitý tlak i na vývoj v oblasti počítačových sítí. Tato práce je zaměřena na problematiku počítačových sítí, a to konkrétně na návrh komunikační infrastruktury. Komunikační infrastruktura je elementárním prvkem jakékoli počítačové sítě. Představuje trasy a uzly, které jsou uspořádány do nějaké topologie a vytvářejí prostředí, ve kterém je možné přenášet data. Zejména se tato práce zaměřuje na technologii plastových optických vláken, kterou lze označit jako technologii budoucnosti. Přesto že plastová optická vlákna existují a jsou využívány již řadu let, jejich využití v počítačových sítích je doposud převážně teoretické. Tato práce vznikla na základě praktických výsledků vědy a výzkumu, kterých dosáhli studenti a pedagogičtí pracovníci na fakultě Podnikatelské Vysokého Učení Technického v Brně.

Konkrétně tedy je tato práce zaměřená na návrh počítačové sítě vybudované na technologii Plastic Optical Fiber a to v prostředí budovy firmy. Napsat práci na téma návrh počítačové sítě jsem se rozhodl, protože je to problematika, kterou se snažím zabývat jak v rámci svého studia, tak i mimo něj. A především pak proto, že jsem se osobně účastnil na výzkumu možností a omezení technologie plastových optických vláken prováděného na fakultě Podnikatelské VUT v Brně. Návrh komunikační infrastruktury, který předkládá tato práce je vytvořen pro budovu společnosti

RENISHAW s.r.o.. Společnost RENISHAW s.r.o. představuje investora, který předložil požadavek na návrh komunikační infrastruktury pro svou novou budovu. Tento projekt není možné porovnat s jiným, jednak proto, že se jedná o novostavbu, u které prozatím neexistuje žádná komunikační infrastruktura a také ještě nebylo využito technologie plastových optických vláken v takovém rozsahu.

# **1. CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ**

Cílem této bakalářské práce je vytvořit návrh komunikační infrastruktury pro novou budovu firmy RENISHAW s.r.o. podle požadavků investora. Především se zaměřuje na návrh tras, materiálu a výběr nejvhodnějšího provedení. Součástí této práce je návrh komunikační infrastruktury využívající moderní a nadčasovou technologii. Dále pak práce předkládá přibližnou cenovou nabídku, která poskytuje orientační představu o výši investice pro danou oblast.

Práce je vytvořena na základě podkladů a požadavků investora. První část této práce pojednává o problematice počítačových sítí, komunikačních infrastruktur, přenosových technologií a dalších základních pojmech spojených s oblastí informačních a komunikačních technologií, na úrovni odborné teorie. Tato část poskytuje teoretické informace potřebné k pochopení tématu a celkového významu práce. Druhá část práce obsahuje analýzu požadavků investora. Třetí část představuje vlastní návrh pasivní vrstvy komunikační infrastruktury vytvořený na základě požadavků a podkladů investora s přihlédnutím k výsledkům výzkumu možností praktického využití a aplikace technologie plastových optických vláken. Součástí návrhu je půdorys včetně nákresu navrhovaných tras, kabelové tabulky, návrh použitého materiálu a technologii a kalkulace cenové nabídky.

## **2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE**

Tato část je zaměřena na základní teoretické informace z oblasti ICT technologií. Účelem je poskytnout čtenáři přehled základních teoretických informací v podobě dostatečně srozumitelné pro pochopení podstaty a významu této práce jako celku.

### **2.1 Počítačová síť**

Pojem počítačová síť je možné popsat jako soustavu vzájemně propojených zařízení (počítačů), které mohou prostřednictvím tohoto propojení vzájemně komunikovat, předávat a vyměňovat informace (2).

Definici počítačové sítě lze také formulovat jako součást síťové infrastruktury, která je prostředkem k vytvoření komunikačního prostředí mezi jednotlivými uživateli sítě (3).

### **2.2 Rozdělení počítačových sítí podle rozsahu**

Počítačové sítě lze dělit podle různých kritérií. Jedním z nejvyužívanějších je dělení podle rozsahu sítě. V tomto dělení se setkáváme s těmito typy sítí: WAN, MAN, LAN a PAN. Toto rozdělení zhodnocuje rozsah sítě z pohledu počtu zařízení i pohledu geografického (1).

#### **2.2.1 Síť PAN**

PAN je oficiální zkratka názvu Personal Area Network. Jedná se o síť malého rozsahu. Běžně jsou sítě typu PAN vytvářeny na úrovni domácností, kde jsou využity pro připojení periferií, jako jsou bezdrátové klávesnice, tiskárny a jiné k osobním počítačům. Propojení osobních počítačů, mobilních zařízení a domácích spotřebičů se síťovým rozhraním. Jsou to sítě s nízkým počtem připojených uzlů, propojených na velmi krátké vzdálenosti. Technologie využívané pro tento typ sítí jsou běžně Bluetooth, WiFi, IrDA, nebo USB (5).

### **2.2.2 Síť LAN**

LAN neboli Local Area Network jsou, počítačové sítě jejich rozsah se pohybuje v řádu stovek metrů. Linka mezi dvěma uzly u sítí typu LAN je limitována maximální délkou 90 m. V závislosti na svém rozsahu jsou sítě LAN nejčastěji konstruovány pro prostředí budov, nebo areálů firem. Síť LAN lze využít jak pro propojení dvou počítačů, tak pro složitější sítě. U sítí tohoto typu jsou nejčastěji využívány technologie Ethernet, nebo třeba TokenRing. Charakteristický je přenos dat vyšší přenosovou rychlostí na krátkých vzdálenostech (5).

### **2.2.3 Síť MAN**

MAN znamená Metropolitan Area Network. Tento typ sítí nemá přesně definovaný rozsah. Síť MAN propojuje několik sítí LAN většinou na úrovni města. Tento typ sítě se aplikuje například pro propojení různých poboček podniku na určitém území. Jako vzorový příklad může posloužit i univerzitní prostředí a propojení LAN sítí jednotlivých fakult napříč městem (5).

### **2.2.4 Síť WAN**

WAN je Wide Area Network a představuje typ sítí, které propojují sítě LAN. Sítě WAN v podstatě nejsou omezeny rozlohou a jejich rozsah umožňuje propojit velké množství sítí MAN a LAN. Svým rozsahem často přesahují hranice několika států, ale může představovat propojení různých kontinentů. Asi nejvýraznější příklad sítě typu WAN je samotný internet (5).



## Types of Computer Networks



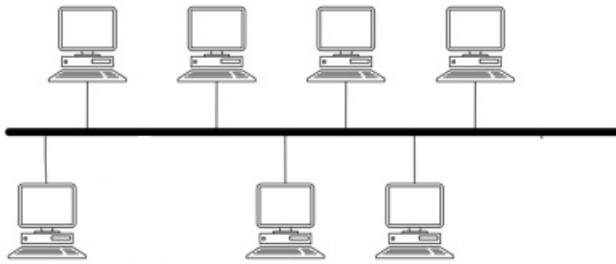
Obr. 1: Rozdělení počítačových sítí podle rozsahu (8)

### 2.3 Topologie počítačových sítí

Topologie představuje organizační strukturu počítačové sítě určující uspořádání zapojení uzlů. Rozlišujeme topologie fyzické a logické. Fyzická topologie popisuje reálné rozložení prvků kabeláže a síťových uzlů. Logická topologie popisuje způsob komunikace jednotlivých uzlů v síti. Fyzická topologie sítě se od té logické může lišit. Běžně rozlišujeme tři základní typy topologií BUS, RING a STAR. V praxi se běžně setkáváme s kombinacemi těchto topologií (1).

#### 2.3.1 Topologie BUS

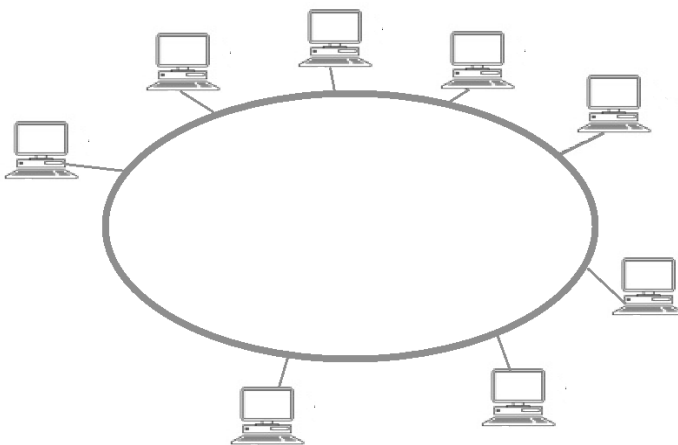
Také označovaná jako sběrnicová topologie je nejstarší a technologicky nejjednodušší ze základních typů topologií počítačových sítí. Jedná se o propojení uzlů jedním hlavním kabelem. Stanice v síti přepínají mezi režimem vysílání a příjmu. V jednom okamžiku může vysílat vždy jen jedna stanice, ostatní jsou v režimu příjem. Data jsou vysílána ke všem uzlům v síti. Stanice na straně příjmu data přijme pouze v případě, že jsou jí adresována. Pokud nepracuje je. S vyšším počtem zařízení klesá rychlost přenosu a vzrůstá riziko kolize. Další velkou slabinou této technologie je fakt, že v případě poruchy na jedné stanici, celá síť je vyřazena z provozu (1).



Obr. 2: Topologie typu BUS (Upraveno dle 1 s. 17)

### 2.3.2 Topologie RING

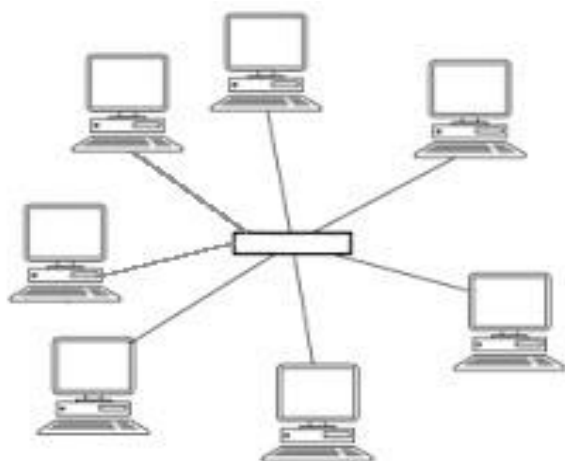
Kruhová topologie je uspořádání zařízení v síti do kruhu. Každý uzel je propojený s uzlem předchozím a následujícím. Stejně jako u topologie BUS přepínají stanice mezi režimem vysílání a příjem. Vysílaná data prochází kruhem od vysílající stanice ke stanici, které jsou data adresována. Pro tento typ topologie bylo vytvořeno několik přístupových metod, například TokenRing, které zamezují kolizím v komunikaci. Nastane-li v takovémto uspořádání porucha na některé z připojených stanic a přeruší se tak kruhová struktura, síť je nadále provozuschopná. Pouze se nadále chová jak síť se sběrníkovou topologií. V současnosti jsou topologie typu RING často využívány v průmyslovém prostředí (1).



Obr. 3: Topologie typu RING (Upraveno dle 1 s. 17)

### 2.3.3 Topologie STAR

Topologie typu hvězda je centralizované uspořádání síťových uzlů. Každá stanice v síti je přímo propojena s centrálním uzlem, přes který procházejí veškerá vysílaná data. Tento centrální uzel většinou představuje zařízení typu hub, nebo switch. Charakter komunikace mezi uzly je závislý na úrovni tohoto centrálního uzlu, který může průběh komunikace ovlivňovat, nebo nemusí. Topologie typu STAR je v současnosti nejběžnější. V tomto případě není síť ovlivněna funkcí jednotlivých stanic. Integrita a funkčnost sítě je ale závislá na centrálním uzlu (1).



Obr. 4: Topologie typu STAR (Upraveno dle 1 s. 18)

## 2.4 Referenční model ISO/OSI

Komunikační referenční model OSI byl vytvořen mezinárodní organizací pro vytváření norem ISO v roce 1984. OSI model je obecný model, který definuje vzájemnou komunikaci mezi počítači v síti. V tomto modelu je definováno sedm na sebe navazujících vrstev. Každá z vrstev má předepsanou sadu funkcí, které jsou potřebné k realizaci komunikace. Těchto sedm vrstev lze dělit na dvě skupiny, kde jsou čtyři nejnižší vrstvy zaměřeny na přenos dat a zbylé tři vrstvy se orientují aplikačně. Vrstvy jsou rozděleny následujícím způsobem: 1. Fyzická vrstva, 2. Linková vrstva, 3. Síťová vrstva, 4. Transportní vrstva, 5. Relační vrstva, 6. Prezentační vrstva a 7. Aplikační vrstva.

OSI model představuje především základní teoretická východiska pro fungování síťové komunikace. Výrobci síťových prvků stále vycházejí z tohoto základního referenčního modelu, ale pro svou robustnost se tento model jako takový v praxi nevyužívá (2).

#### **2.4.1 Fyzická vrstva**

V OSI modelu je fyzická vrstva definována jako soubor technických prostředků v podobě fyzických síťových prvků. Úkolem této vrstvy je zprostředkování přenosu jednotlivých bitů mezi síťovými uzly. Tato vrstva s daty nijak nepracuje, pouze přenáší data ve formě signálu podle druhu přenosového média. Typ signálu je závislý na typu přenosového prostředí, které je využito pro propojení síťových uzlů (4).

#### **2.4.2 Linková vrstva**

Hlavní funkcí linkové vrstvi je navázání spojení mezi dvěma uzly v lokálním segmentu sítě. Přenášená data jsou na této vrstvě zpracovávána po blocích dat, takzvaných rámcích. K adresaci jsou využívány lokální adresy. Typickým zařízením, které pracuje na linkové vrstvě, je switch (4).

#### **2.4.3 Síťová vrstva**

Síťová vrstva zajišťuje směrování přenosu, vyhledá vhodnou cestu k cílové stanici. Data jsou poté směrována touto cestou. Na této vrstvě jsou data zpracovávána ve formě paketů. Český pojem směrování je překladem slova routing. V literatuře se setkáváme s oběma pojmy. Pro adresaci používá síťová vrstva globální adresy. Zástupce aktivních prvku pracujících na třetí vrstvě OSI modelu jsou routery. Tyto aktivní prvky obsahují routovací tabulky, pomocí kterých vyhledávají optimální cestu k cíli (4).

#### 2.4.4 Transportní vrstva

Transportní vrstva zajišťuje přizpůsobení přenášených dat potřebám síťových aplikací. Adresace je realizována na základě čísla portu a přenosovou jednotkou je datagram. Současně zajišťuje transportní vrstva spolehlivost přenosu (4).

#### 2.4.5 Relační vrstva

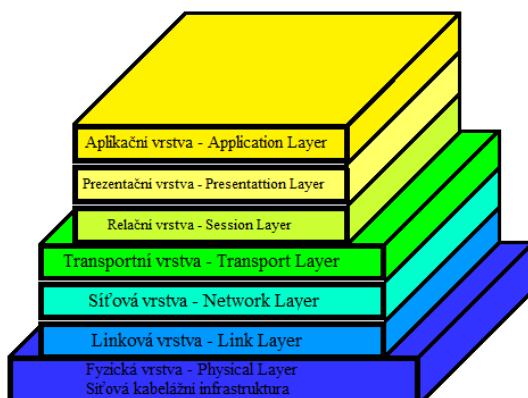
Úkolem relační vrstvy je udržovat spojení mezi uzly. Relační vrstva nevytváří spojení, pouze jej udržuje po dobu přenosu. Na této úrovni již neprobíhá adresace. Měřitelnou jednotkou této vrstvy je relace (4).

#### 2.4.6 Prezentační vrstva

Prezentační vrstva zprostředkovává distribuci přenášených dat síťovým aplikacím. Převádí data do podoby zpracovatelné cílovou aplikací. Na této vrstvě může probíhat i šifrování, nebo komprese dat (4).

#### 2.4.7 Aplikační vrstva

Nejvyšší vrstvou OSI modelu umožňuje propojit uživatelské prostředí aplikace se síťovým rozhraním (4).

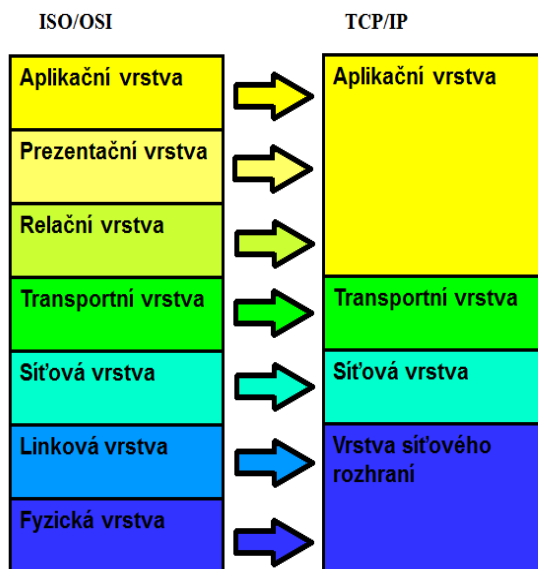


Obr. 5: Referenční model ISO/OSI (Upraveno dle 2 s. 245)

## 2.5 Referenční model TCP/IP

Dalším referenčním modelem, který se používá pro síťovou komunikaci je model TCP/IP. Název toho modelu vznikl ze dvou zkratk sítových protokolů této technologie. Tyto protokoly jsou TCP – Transmission Control Protocol a IP – Internet protocol. TCP/IP technologie představuje jedno z možných řešení pro komunikaci v počítačové síti. V tomto modelu jsou čtyři vrstvy, čtyři nejnižší vrstvy OSI modelu jsou v modelu TCP/IP totožné. V podstatě je možné vnímat model TCP/IP jako architekturu využívanou pro sadu protokolů TCP/IP, které byla vytvořena nad obecným modelem ISO/OSI (2).

Tento model je v současnosti nejvyužívanější technologií pro síťovou komunikaci. Provoz komunikace na internetu je zprostředkován prostřednictvím TCP/IP modelu. Struktura tohoto modelu jsou čtyři na sebe navazující vrstvy, tyto vrstvy vycházejí z původního OSI modelu. Vzestupně jsou seřazeny následovně: 1. Vrstva síťového rozhraní, 2. Síťová vrstva, 3. Transportní vrstva a 4. Aplikační vrstva (5).



Obr. 6: Porovnání referenčních modelů ISO/OSI a TCP/IP (Upraveno dle 4)

### **2.5.1 Vrstva síťového rozhraní**

V modelu TCP/IP zastupuje vrstva síťového rozhraní dvě nejnižší vrstvy obecného OSI modelu, Fyzickou vrstvu a Linkovou vrstvu. TCP/IP pro tuto vrstvu nedefinuje žádné protokoly, je závislá na přenosové technologii. Vrstva síťového rozhraní obsluhuje fyzický přenos dat (7).

### **2.5.2 Síťová vrstva**

Síťová vrstva v TCP/IP pracuje s IP protokolem, který zajišťuje nespolehlivý a nespojovaný přenos. Právě proto, že IP protokol dokáže pracovat nad jakoukoli přenosovou technologií, není nutné, aby byla přesně definována vrstva síťového rozhraní. Funkce síťové vrstvy v modelu TCP/IP je stejně jako u OSI modelu, zajištění směrování a přenosu paketů mezi odesílajícími a přijímajícími uzly (7).

### **2.5.3 Transportní vrstva**

Tuto vrstvu tvoří dva přenosové protokoly TCP a UDP. Transportní vrstva rozděljuje data z aplikací určena pro přenos a rozděljuje je na segmenty. Prostřednictvím protokolu TCP je možné zprostředkovat spojovaný a spolehlivý přenos. Protokol UDP nezajišťuje spojovaný ani spolehlivý přenos, ale je rychlejší a méně náročný na datový tok (7).

### **2.5.4 Aplikační vrstva**

Aplikační vrstva je tvořena množinou protokolů, jako jsou: DNS, FTP, DHCP a dalšími, pomocí kterých je umožněna síťová komunikace jednotlivým aplikacím. V modelu TCP/IP lze prezentovat aplikační vrstvu jako zástupce relační, prezentační a aplikační vrstvy OSI modelu, prakticky to však znamená, že potřebuje-li aplikace funkce relační a prezentační vrstvy, zajišťuje si je sama (7).

## **2.6 Komunikační infrastruktura**

Komunikační infrastruktura je soubor technických prostředků, které zajišťují možnost komunikace mezi jednotlivými komunikačními systémy a subsystémy. Tuto množinu technických prostředků označujeme jako kabelový systém pro komunikaci. Tvoří ji hlavně kabely, konektory, propojovací kabely, patch panely a rozvaděče. Součástí komunikační infrastruktury jsou také aktivní prvky, jako jsou switche, routery a jiné (1).

## **2.7 Kabelážní systém**

Jedná se o pasivní vrstvu počítačové sítě, tvořenou přenosovým médiem podle typu přenosu, konektory, datovými zásuvkami a dalšími pasivními síťovými prvky. Kabelážní systémy dělíme na jednoúčelové a univerzální podle účelu a možnosti využití. Každý kabelážní systém je definován normami, pravidly a předpisy (1).

### **2.7.1 Linka**

Linka – link, je fyzickou spojnici pro přenos dat mezi dvěma libovolnými síťovými uzly. Linka je ta část trasy od zásuvky k zásuvce. Nezahrnuje propojovací kabely. Maximální délka linky je 90 m (2).

### **2.7.2 Kanál**

Kanál – channel, je přenosová cesta spojující dvě libovolná zařízení v síti. Součástí kanálu je linka i propojovací kabely. Maximální délka kanálu je 100 m (2).

### **2.7.3 Třída**

Třída – class, je nástroj pro klasifikaci kanál. Jednotlivé třídy jsou označovány velkými písmeny A, B, C, D, E, F. Základním parametrem pro rozlišování jednotlivých



tříd je šířka pásma, jejíž měřitelná jednotka je kmitočet. Hodnoty šířky pásma jsou měřeny v MHz (2).

#### 2.7.4 Kategorie

Kategorie – category, slouží ke klasifikaci materiálu linky a kanálu. Kategorie se značí pomocí arabských číslovek a rozdělujeme je na Cat 3,4,5, 6 a 7. Stejně jako u tříd je hlavním parametrem šířka pásma (2).

Tab. 1: Dělení Kategorii a Tříd podle frekvenčního rozsahu (Upraveno dle 1 s. 14)

Třída	Kategorie	Frekvenční rozsah
A	1	do 100 kHz
B	2	do 1 MHz
C	3	do 16MHz
-	4	do 20 MHz
D	5	do 100 MHz
E	6	do 250 MHz
E <sub>A</sub>	6A	do 500 MHz
F	7	do 600 MHz
F <sub>A</sub>	7A	do 1000 MHz

#### 2.7.5 Strukturovaná kabeláž

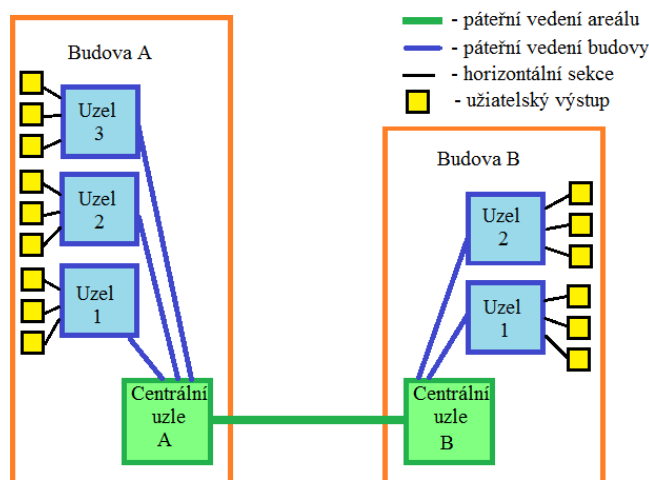
Strukturovaná kabeláž je základním prvkem infrastruktury počítačové sítě. Strukturovaná kabeláž fyzicky propojuje všechny komponenty počítačové sítě a tvoří tak

pasivní vrstvu této sítě. Prakticky je složena z kabelážního systému s příslušným zakončením. Můžeme ji rozdělit na několik částí (2).

Strukturovanou kabeláž rozdělujeme na tyto části:

- páteřní rozvody areálu
- páteřní rozvody budovy
- páteřní sekce
- horizontální sekce
- pracovní sekce
- datový rozvaděč

Každá část je definována normami, které je dodržet při návrhu i instalaci (2).



Obr. 7: Obecné schéma kabelážního systému (Upraveno dle 2 s. 259)

### 2.7.6 Pracovní sekce

Pracovní sekce nemá vlastní topologii, je to část strukturované kabeláže, která prodlužuje linky páteřního a horizontálního vedení. Hlavním konstrukčním prvkem této sekce strukturované kabeláže jsou propojovací kabely. Pracovní vedení se konstruuje na obou koncích linky. V datovém rozvaděči slouží k připojení linky do aktivního prvku a

na straně uživatelského výstupu připojuje k lince koncové zařízení. Koncovým zařízením může být pracovní stanice, telefon, nebo jakékoli jiné zařízení se síťovým rozhraním. Pokud se jedná o páteřní kanál, jsou obě strany zakončeny v datovém rozvaděči. Celková délka kanálu nesmí přesáhnout 100 m. V případě horizontálních kanálů by neměla délka pracovního vedení v rozvaděči přesáhnout 6 m a na straně uživatelského výstupu délku 20 m. U páteřních kanálů by neměla délka pracovního vedení překročit 5 m. Pokud je pracovní vedení realizováno prostřednictvím metalické kabeláže označujeme propojovací kabel jako patch cord, pokud je v této sekci využita technologie optických vláken označuje se propojovací kabel jako optický jumper (2).

### **2.7.7 Horizontální sekce**

Jedná se o část strukturované kabeláže, propojující datové rozvaděče s jednotlivými uživatelskými výstupy. Na straně uživatelských výstupů je horizontální sekce většinou zakončena v datových zásuvkách. V datovém rozvaděči je běžně realizováno zakončení v patch panelu. Horizontální sekce je vždy sestavena do fyzické topologie STAR, princip strukturované kabeláže umožňuje zapojit zařízení do logické topologie BUS i RING. Horizontální vedení tvoří linky, které mohou dosahovat maximální délky 90 m. Linka musí být vždy na obou stranách zakončena zástrčkou. Při vytváření návrhu strukturované kabeláže je zásadní dodržet maximální délku linky a zároveň přičíst délku pracovního vedení. Celková délka vzniklého kanálu nesmí přesáhnout 100 m (2).

### **2.7.8 Páteřní sekce**

Páteřní sekce propojuje jednotlivé datové rozvaděče. Rozlišujeme páteřní vedení podle umístění jednotlivých propojovaných datových rozvaděčů na páteřní vedení areálu, budovy a poschodí. Topologie páteřního vedení je normou definována jako hierarchická hvězda, která umožňuje připojení dalších kabelů a uzlů. Díky tomu je možné vytvořit v takové topologii neúplný i úplný polynom. Toho je využito především u provozů se zvýšenými požadavky na bezpečnost a spolehlivost systému, protože toto řešení umožňuje vytvářet redundantní trasy. Tyto trasy mohou tvořit přímou, nebo nepřímou

redundanci. Při návrhu a instalaci redundantních tras je nutné dbát na to, aby kabely fyzicky vedly odlišnou trasou. Maximální délka páteřní linky je určena typem a parametry kabelu (2).

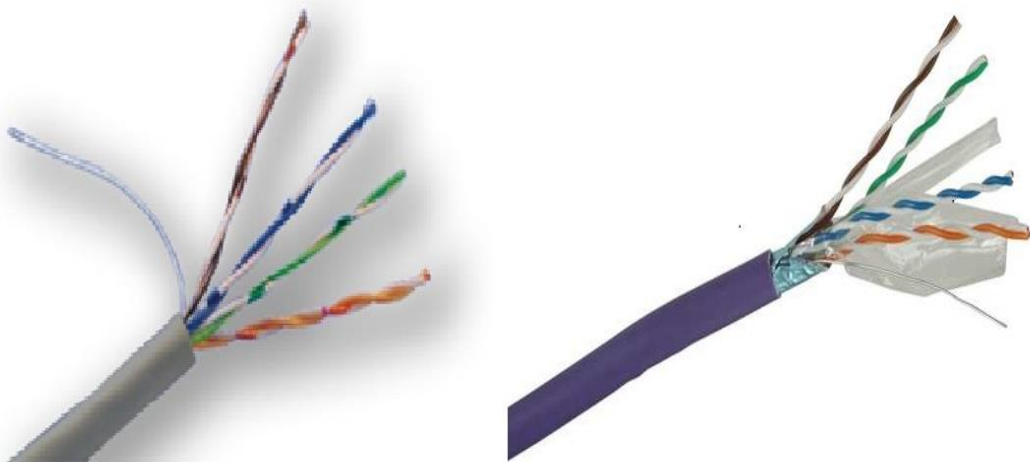
## **2.8 Přenosová prostředí a jejich prvky**

Přenosové prostředí je fyzické médium využívané pro přenos signálu. V ICT technologiích rozlišujeme tři základní typy přenosových prostředí na základě typu signálu využívaného pro komunikaci. Jsou to metalické kabely pro přenos elektrických signálů, optické kabely k přenosu světelných signálů a také prostor u bezdrátových sítí, kde je signál přenášen prostřednictvím radiových vln. Toto jsou základní a nejčastěji využívané technologie v oblasti ICT. Existují i jiné technologie, které kombinují jiné typy přenosových prostředí s jinými typy signálu, například IrDA (6).

### **2.8.1 Metalické kabelážní systémy a jejich prvky**

Stejně jako se vyvíjí celá oblast počítačových sítí i prvky metalických kabeláží prošly vývojem. Dříve byly v této oblasti využívány především koaxiální kabely. V současnosti jsou koaxiální kabely využívány spíše jen okrajově, a především u jednoúčelových kabelážních systémů. Koaxiální kabely dnes vystřídaly kabely s kroucenými páry. Ty jsou v současnosti nejrozšířenější technologií v oblasti ICT. Základním zástupcem kabelů s kroucenými páry jsou kabely se čtyřmi páry vodičů. Rozlišujeme velké množství druhů kabelů, na základě různých kritérií. Elementární rozdělení metalických kabelů se provádí na základě jejich konstrukce. U kabelů s kroucenými páry jsou to tyto základní typy: UTP, FTP, STP a ISTP. Dále pak každý metalický kabel řadíme do příslušné kategorie na základě jeho přenosových parametrů. Jako hlavní ukazatel pro rozlišení kategorií je šířka pásma. U každé linky, která je zkonstruována pomocí prvků metalické kabeláže, sledujeme další měřitelné parametry, jako jsou: impedance, NEXT, FEXT, útlum a další. Pro zkvalitnění těchto přenosových parametrů výrobci používají různé prvky a technologické postupy. Mezi nejčastější patří technologie svařených párů, separační prvky typu x-spline, e-spline a H-spline, matrix fólie, nebo jiný tvar pláště kabelu

zajišťující fyzické uspořádání kroucených párů v kabelu tak aby se vzájemně neovlivňovali (1).

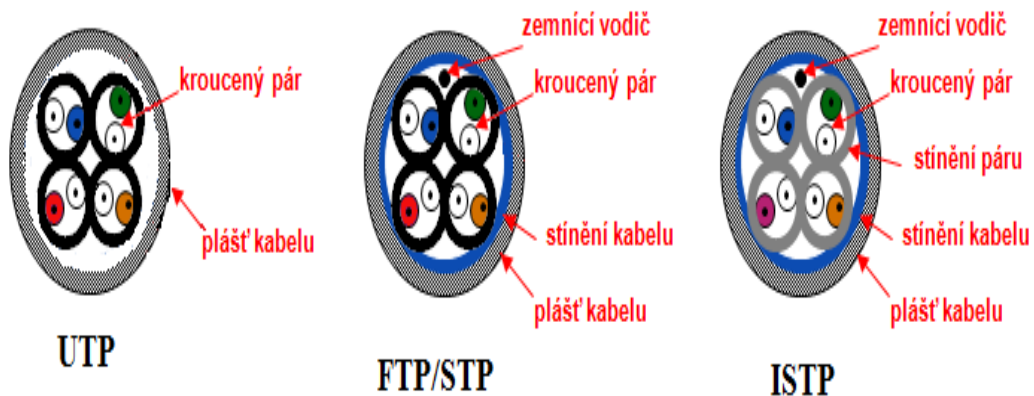


Obr. 8: UTP kabel cat.5 a STP kabel cat.6 (Upraveno dle 1 s. 31)

Na základě měření těchto parametrů vzniká hodnocení parametrů kabeláže. Pro toto hodnocení se používá měření linky i kanálu. K tomuto měření se používají speciální měřicí přístroje (2).

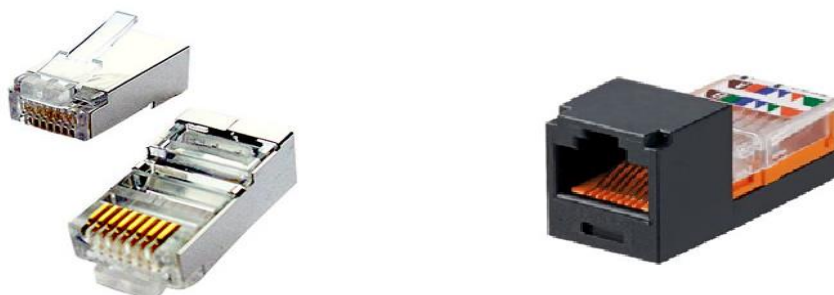
- **UTP** – zkratka znamená unshielded Twisted Pair a je to označení pro nestíněné kabely s kroucenými páry (2).
- **FTP** – foil shielded Twisted Pair je označení pro stíněné kabely s kroucenými páry, u kterých je stínění realizováno pomocí metalické folie. Tato technologie stínění poskytuje 100 % stínění (2).
- **STP** – shielded Twisted Pair označuje typ stíněných kabelů s kroucenými páry, které jsou konstruovány se stíněním provedeným formou opletení. Touto technologií nelze dosáhnout 100 % stínění (2).

- **ISTP** – individually shielded Twisted Pair tato zkratka se používá pro kabely s individuálně stíněnými páry. Kabely typu ISTP jsou konstruovány tak, že jednotlivé páry jsou samostatně stíněny pomocí folie a poté je kabel stíněný jako celek opletením (2).



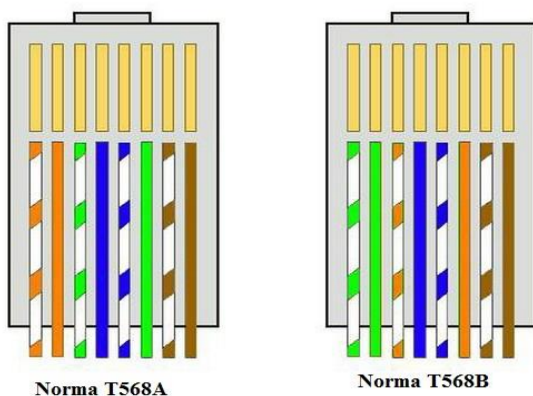
Obr. 9: Průřez kabelem UTP, FTP/STP a ISTP (Upraveno dle 2 s. 254)

Dalším základním prvkem metalických kabeláží jsou konektory. Pro metalické kabely existuje velké množství různých typů konektorů, pro kabely s kroucenými páry jsou standardizovány konektory typu RJ45. Stejně jako kabely i konektory rozřazujeme do kategorií. Při konstrukci linky je nezbytné k vybranému typu kabelu zvolit patřičný typ konektoru. V případě konstrukce stíněné linky je nezbytné instalovat na oba konce stíněného kabelu i stíněné konektory. Na trhu existuje velké množství různých modelů konektoru RJ45. Konektory také rozlišujeme podle způsobu uchycení na KEYSTONE a NON-KEYSTONE. V neposlední řadě rozlišujeme u konektoru zástrčku Plug a protikus zásuvku Jack. Pro zachování integrity a dosažení optimálních přenosových parametrů je důležité použít stejný typ konektorů v celém segmentu kabeláže (1).



Obr. 10: Konektory shielded RJ45 Plug a RJ45 Jack (Upraveno dle 1 s. 74)

Při instalaci konektorů RJ45 na kabely s kroucenými páry je také důležité správné uspořádání vodičů, protože různé přenosové systémy využívají jiné kombinace vodičů. Z toho důvodu jsou jednotlivé vodiče a páry v kabelu barevně rozlišeny. Pro sjednocení uspořádání vodičů při konektorování byly vytvořeny normy T568A a T568B (1).



Obr. 11: Způsob zapojení podle normy T568A a normy T568B (Upraveno dle 1 s. 49)

Mezi prvky metalických kabeláží patří také propojovací kabely, které slouží k propojení konců linky s aktivním prvkem na jednom konci a s koncovým zařízením na konci druhem. Propojovací kabely pro metalické kabeláže nazýváme patch cordy. Při instalaci kabelážního systému nekompletujeme vlastní propojovací kabely, ale používáme pouze strojově vyráběné. Tato zásada významně napomáhá k zachování integrity kanálu a jeho přenosových parametrů. Ze stejného důvodu musí být úroveň

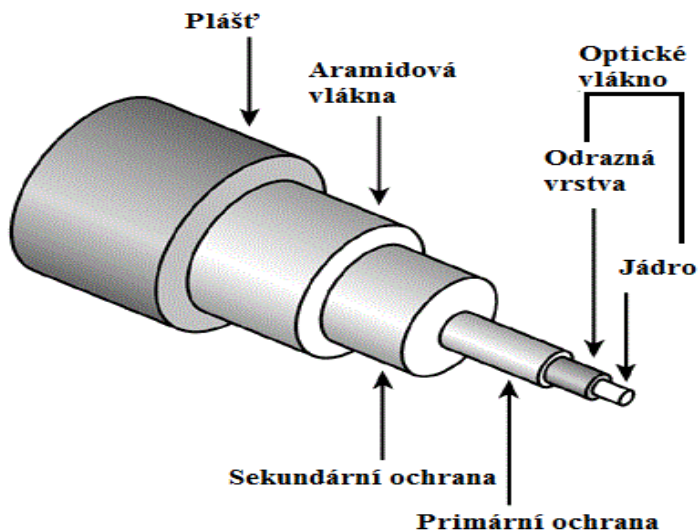
patch cordů použitých pro daný kanál shodná s úrovní prvků linky. Maximální přípustná délka patch cordu je 20 m, ale v praxi jsou komunikační infrastruktury navrhovány tak, aby byla délka propojovacích kabelů co nejmenší (1).

### 2.8.2 Optické kabelážní systémy a jejich prvky

Optické kabelážní systémy jsou konstruovány také pomocí tří základních prvků, kterými jsou optické kabely, optické konektory a optické propojovací kabely, které nazýváme Jumpery. Signál přenášený v optických kabelážních systémech má podobu světelných signálů. Optické kabely rozlišujeme podle konstrukce kabelů, ale také podle konstrukce optických vláken uložených v těchto kabelech. V oblasti optických kabelážních systémů jsou běžně využívány kabely se skleněnými optickými vlákny, ale existuje také technologie plastových optických vláken, kterou se zabývá tato práce. U běžných, optických kabelů se skleněnými vlákny rozlišujeme tyto vlákna podle jejich konstrukce na Single-mod a Multi-mod. Někdy jsou označovány také jako jedno vidová a více vidová. Zásadním rozdílem u těchto typů vláken je průměr jádra. Podle typu jádra se liší i zdroj signálu neboli zářič a vlnová délka světelného signálu. Typů kabelů, které rozlišujeme podle jejich konstrukce je celá řada. Mezi tyto typy patří Simplexní kabel, Duplexní kabel, Breakout, OPDS a další. Jedním z významných, konstrukčních prvků, na základě, kterých rozlišujeme optické kabely je typ sekundární ochrany (2).

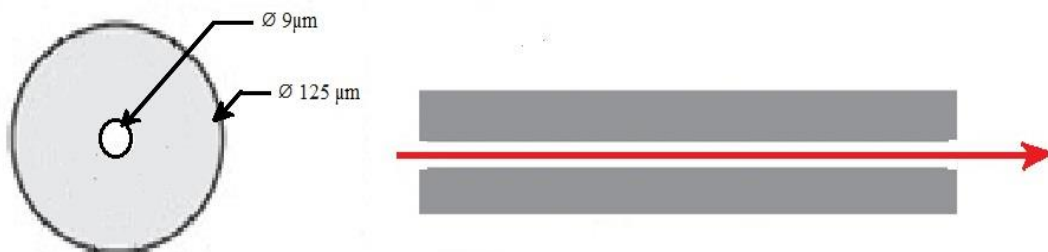
- **Konstrukce optického kabelu** – optické vlákno tvoří jádro vlákna, které obklopuje odrazná vrstva. Na odraznou vrstvu je nanášena primární ochrana, tuto vrstvu při konektorování odstraňujeme takzvanými zdrhovacími kleštěmi. Takové vlákno je uloženo v sekundární ochraně, která může být těsná, nebo volná. Těsnou sekundární ochranu tvoří plastová trubice, která vlákno obklopuje a přímo přiléhá k primární ochraně vlákna. V případě volné sekundární ochrany jsou vlákna uložena v plastové trubici s větším průměrem. Tato trubice je vyplněná tekutinou ve formě gelu. Nad sekundární ochranou jsou v kabelu uložena většinou aramidová vlákna a toto jako celek obaluje plášť kabelu (2).





Obr. 12: Optický kabel (Upraveno dle 1 s. 123)

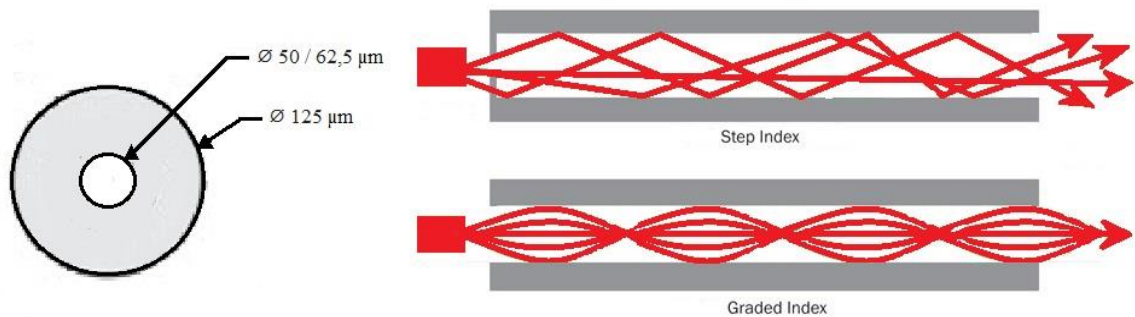
- **Singlemódová vlákna** – průměr jádra u singlemódových vláken je 8 až 9  $\mu\text{m}$  a průměr odrazné vrstvy 125  $\mu\text{m}$ . Tento typ vláken se využívá převážně pro vysokorychlostní a dálkové datové sítě (2).



Obr. 13: Singlemódové vlákno (Upraveno dle 2 s. 282)

- **Multimódová vlákna** – průměr jádra je 50  $\mu\text{m}$  nebo 62,5  $\mu\text{m}$  a průměr odrazné vrstvy 125  $\mu\text{m}$ . Multimódová vlákna jsou dvojího typu, rozlišována podle indexu lomu paprsku na Step index a Gradientní vlákno. Stepindexová vlákna mají skokovou změnu indexu lomu paprsku a využívají se převážně v prostředí průmyslové automatizace. U gradientních vláken je index lomu paprsku ovlivněn

strukturou jádra. A přenos paprsku má gradientní průběh. Gradientní multimódová vlákna se využívají především v aplikacích LAN (2).



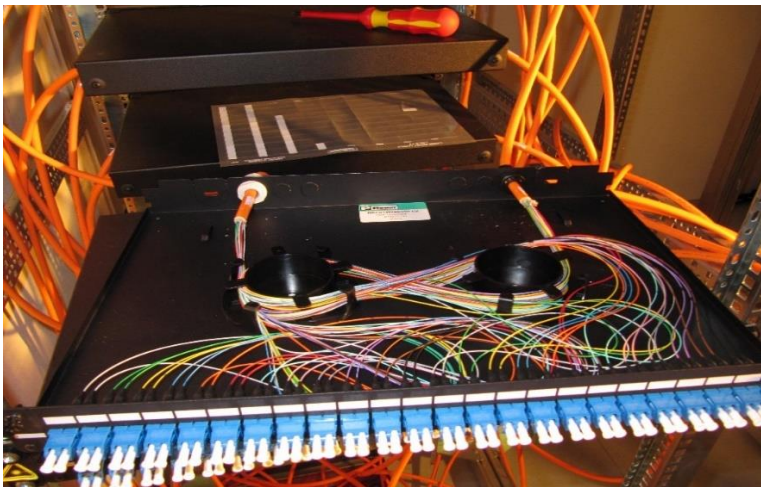
Obr. 14: Multimódové vlákno se stepindexovím a s gradientním průběhem (Upraveno dle 2 s. 280)

Typů konektorů pro optické kabelážní systémy celá řada. Dělit je lze podle konstrukce, typu uchycení, ferule a dalších parametrů. Pro některé specifické typy optických kabelu musely být zkonstruovány nové typy konektorů. Mezi základní typy optických konektorů patří ST, SC a LC, ale často se setkáváme i se specifickými konektory jako jsou OptiJack, E2000 a další (2).



Obr. 15: Optické konektory (Upraveno dle 1 s. 144)

Důležitým prvkem optických kabelážních systému jsou také optické vany, nebo také optické kazety. Tento prvek je určen k umístění do datového rozvaděče, v něm je zakončen optický kabel, ze kterého jsou uvnitř optické vany vyvedena jednotlivá vlákna. Na tato vlákna se následně instaluje konektor, který je připojen z vnitřní strany předního panelu. Přední panel optické vany je v tomto případě využit jako propojovací panel. Na trhu je možné pořídit optické vany různých rozměrů s předním panelem připraveným pro osazení různým počtem portů (1).



Obr. 16: Optická vana (Zdroj: vlastní zpracování)

Při manipulaci s prvky optických kabelážních systému je nezbytné dbát zvýšené opatrnosti, a to nejen z důvodů náchylnosti a křehkosti jednotlivých prvků, ale hlavně také z bezpečnostních důvodů (1).

### 2.8.3 Technologie bezdrátového přenosu

Přenosové prostředí pro bezdrátové technologie představuje prostor. V současnosti nejpoužívanější technologie pro bezdrátový přenos jsou WiFi, Bluetooth a IrDA. IrDA je technologie senzorová, určená na velmi krátké vzdálenosti. Zpracovává signál v podobě infračerveného záření. V oblasti ICT běžně využíváme pro bezdrátový přenos technologii WiFi, nebo Bluetooth. Tyto technologie pracují se signálem v podobě rádiového signálu.

Bluetooth technologie je určena pro přenos na velmi krátké vzdálenosti, využívá se často k propojení periferních zařízení s pracovní stanicí nebo mobilním zařízením. Používá signál o frekvenci 2,4 GHz. Technologie WiFi je rozšířená napříč celou oblastí ICT. V současnosti je aktivní WiFi router v podstatě součástí každé moderní domácnosti, vysoké procento podniků všech velikostí i oblastí působení má dnes své vlastní WiFi připojení. WiFi se, ale využívá i v průmyslových řešeních a jiných technologicky náročných oblastech. WiFi signál se přenáší na frekvenci 2,4GHz, nebo 5 GHz (6).

#### 2.8.4 Další prvky kabelážních systémů

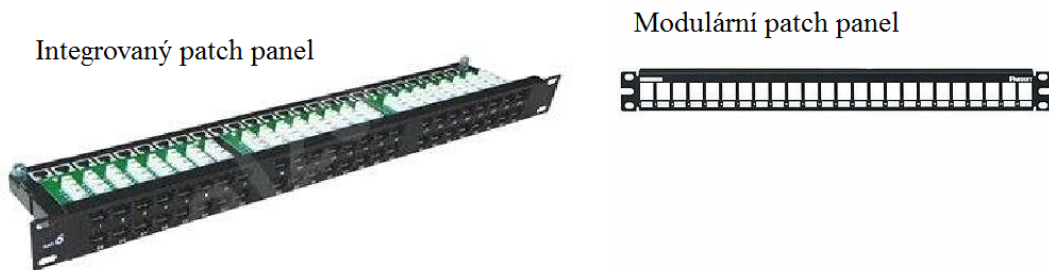
Některé prvky jsou součástí každého kabelážního systému bez závislosti na technologii přenosu. Mezi tyto prvky patří datové rozvaděče, propojovací panely, lišty a další (1).

- **Datový rozvaděč** – slouží k uložení aktivních prvků, propojovacích panelů a dalších organizačních prvků. I datové rozvaděče lze rozdělit, a to na otevřené rámy a skříňové rozvaděče. Výběr rozvaděče závisí na jeho umístění i na zamýšleném osazení. Rozměry rozvaděčů jsou často uváděny v unitech. Unit nebo také rack unit je standardizované označení výšky zástavby datového rozvaděče (2).



Obr. 17: Datové rozvaděče (Upraveno dle 10)

- **Propojovací panely** – běžně jsou označovány jako Patch panely. Umisťují se do datových rozvaděčů a jsou určeny k zakončení linky. Patch panely rozlišujeme na integrované a modulární. Integrované patch panely jsou takové, ve kterých jsou porty umístěny napevno. Nevýhodou těchto patch panelů je skutečnost, že poruchu jednoho portu lze odstranit pouze výměnou celého bloku portů, nebo celého propojovacího panelu. Modulární patch panely tvoří v podstatě lišta s výřezy o standardních rozměrech pro osazení libovolnými porty. Poruchu jednoho portu lze jednoduše odstranit výměnou daného portu kus za kus. Patch panely jsou konstruovány v různých rozměrech a s různými počty portů (1).



Obr. 18: Patch panel (Upraveno dle 10)

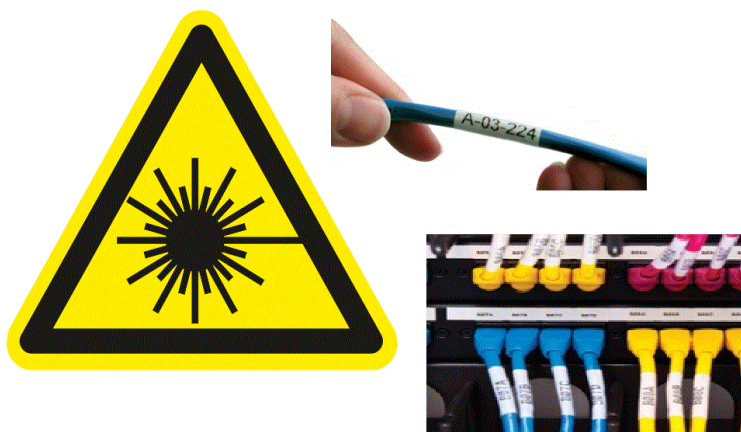
- **Prvky vedení kabeláže** – jedná se o prvky, ve kterých jsou umístěny linky. Při návrhu tras, je nutné zvážit technické možnosti prostředí a zvolit nejvhodnější prvky pro vedení kabelových tras. Optimálním řešením pro většinu případů jsou podpovrchové trasy, tedy použití závěsných košů ve stropních podhledech, využití podlahových kanálů, či zdvojených podlah, nebo plastové trubice ve zdech takzvané husí krky. Pokud technické podmínky neumožňují vedení tras pod povrchem, využívají se k těmto účelům plastové lišty, nebo parapetní žlaby (1).
- **Datové zásuvky a boxy** – každá linka musí být na straně datového rozvaděče zakončena v patch panelu a na straně koncového zařízení v datové zásuvce, nebo ukončovacím boxu. Různí výrobci nabízejí velké množství designu datových

zásuvek s různými počty portů. Počet portů v datových zásuvkách je běžně jeden až čtyři porty. Datové zásuvky rozdělujeme podle konstrukce na zásuvky pod omítku a na omítku. Ukončovací boxy lze pořídit v mnoha provedeních s modulárním předním panelem. Běžně jsou rozlišovány podle způsobu umístění například na stropní a podlahové (1).



Obr. 19: Datová zásuvka (Upraveno dle 10)

- **Prvky značení** – při realizaci kabeláže je nezbytné dodržet i značení pro orientaci v kabelážním systému při instalaci i při správě. Organizační značení pomocí, kterého značíme kabely, porty, datové zásuvky i datové rozvaděče. Zvláštní kategorií značení je bezpečnostní značení, které je předepsané bezpečnostními předpisy (1).



Obr. 20: Ukázka značení v ICT (Upraveno dle 1 s. 284)

## 2.9 Aktivní prvky

Obecně slouží aktivní prvky k propojení jednotlivých segmentů sítí. Aktivní prvky představují, propojení segmentů jedné síťové infrastruktury, nebo také vzájemné propojení mezi několika sítěmi. Na rozdíl od prvků pasivní vrstvy síťové infrastruktury, které slouží k přenosu dat, je účelem aktivních prvků řídit tok dat v síti. Způsob jakým, aktivní prvek řídí toky dat, je definován přenosovým protokolem, který daný prvek používá. Tato zařízení obsahují vždy dva a více portů. Typ portů se odvíjí od přenosového prostředí, pro které je prvek určen, i od účelu daného prvku. Jednotlivé typy aktivních prvků lze rozdělit do tří skupin, a to podle toho na jaké vrstvě referenčního modelu ISO/OSI pracují. Jsou to tedy prvky, které pracují na úrovni Fyzické, Linkové a Síťové vrstvy modelu ISO/OSI (4).

### 2.9.1 Aktivní prvky Fyzické vrstvy

Do této skupiny aktivních prvků patří například opakovače, zesilovače a rozbočovače. Tyto prvky pracují s daty na úrovni bitů, tedy v podobě signálů (4).

- **Repeater** – opakovač, je síťový prvek, který přijímá signál z jednoho segmentu, a tento signál upravený na základě přenosového protokolu, předává do segmentu druhého (4).
- **Hub** – rozbočovač, v minulosti představoval základní stavební kámen pro topologii typu STAR. Lze jej popsat jako opakovač s více porty. Rozbočovače neprovádějí žádnou adresaci, signál, který přijmou na jednom portu, předávají na všechny ostatní (4).

### 2.9.2 Aktivní prvky Linkové vrstvy

Typickými zástupci této skupiny jsou můstky a přepínače. Tyto aktivní prvky používají přenosové protokoly Fyzické i Linkové vrstvy. Přenášená data zpracovávají na úrovni rámců (4).

- **Bridge** – můstek, zpracovává přenášená data ve formě rámců linkové vrstvy. Můstky také kontrolují strukturu rámců. V případě, že je přijat poškozený rámec, můstek rámec zahodí a vyžádá opakování. Přenos dat adresují do příslušného segmentu sítě podle MAC adres, tomu využívá tabulku MAC adres (4).
- **Switch** – přepínač, je podobné zařízení jako Bridge, hlavní rozdíl je ve vyšším počtu portů. Přepínače stejně jako můstky pracují s daty ve formě rámců, brání kolizím přenosů v síti. Běžně se využívají k propojení dvou a více segmentu, nebo sítí. Přepínače existují v různém provedení a konstrukcích, lišících se například počtem portů, typem portů, přenosovými parametry, vnitřní pamětí, nebo možností managementu (4).

### 2.9.3 Aktivní prvky pro Síťovou vrstvu

Prvky z této skupiny pracují s daty na úrovni síťové vrstvy, tedy ve formě paketů. Typické aktivní prvky pro Síťovou vrstvu jsou například směrovače, nebo Firewally, ale existují i přepínače pracující na třetí vrstvě ISO/OSI modelu (4).

- **Router** – směrovač, si vytváří vlastní routovací tabulku, ve které ukládá informace a adresy o jednotlivých sítích, ke kterým je připojen, a zařízeních připojených v těchto sítích. V současnosti je nejpoužívanějším přenosovým protokolem IP protocol, neboli Internet protokol, který pracuje s IP adresami. Adresaci směrovače provádějí na úrovni těchto adres. Pomocí routovací tabulky vyhledá adresáta spojením adresy sítě a adresy portu. Tyto tabulky jsou statické nebo dynamické, které se upravují na základě změn sítě (4).

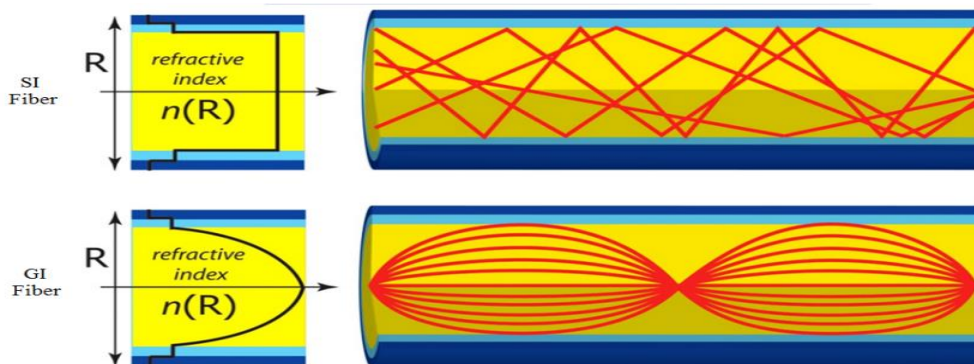


## 2.10 Plastic Optical Fiber

Pro technologii plastových optických vláken, nebo také plastic optical fiber používáme zkratku POF. Technologie plastových optických vláken patří do kategorie optických sítí. Plastová optická vlákna se běžně využívají u prvků audio video techniky, nebo v různých oblastech strojírenských technologií. V oblasti ICT se v podstatě využívají pouze teoreticky z důvodu omezených technických možností této technologie (2).

Stále se zvyšující nároky na přenos způsobily, že se optické sítě staly téměř nezbytností. V současnosti jsou kabely se skleněným optickým vláknem využívány nejen pro propojení na velmi dlouhé vzdálenosti, ale také jako základní prvek pro konstrukci páteřního vedení u většiny sítí. Avšak skleněná vlákna nejsou vhodná pro využití na úrovni horizontální a pracovní sekce, především proto, že jsou vysoce citlivá na mechanické poškození, ohyby, znečištění a přesnost při instalaci. Hlavní příčinou těchto omezení je samotný materiál. Plastová optická vlákna takto omezená do jisté míry nejsou. POF umožňuje použití technologie optických sítí i pro oblasti „posledních stovek metrů“ (11).

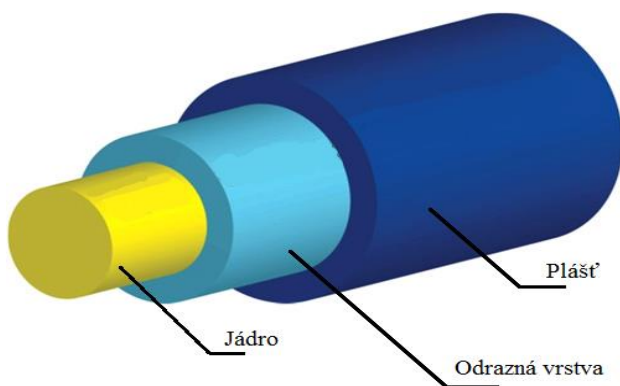
Hlavní technická omezení plastových vláken byla, příliš vysoký útlum a nižší vlnová délka ve srovnání se skleněnými vlákny. Nedávný vývoj tato omezení překonal, a umožnil tak využití plastových optických vláken tam, kde není vhodné použít vlákna skleněná. Konstrukce plastových vláken umožňuje jejich použití i pro sítě typu LAN, v prostředí domácností, nebo kanceláří, kde je nutno kabel mnohem více ohýbat a namáhat (11).



Obr. 21: Stepindexová a gradientní průběh v kabelu POF (Upraveno dle 12)

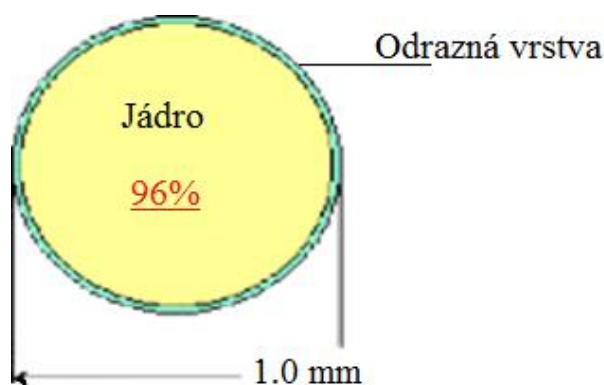
### 2.9.1 Konstrukce POF kabelu

Materiál používaný pro výrobu běžných plastových optických vláken je PMMA, což je zkratka názvu Polymethylmetakrylát. Tento materiál je běžně známý jako plexisklo. PMMA se využívá především pro výrobu jádra plastového vlákna. Pro odraznou vrstvu jsou používány fluorované polymery. Typický materiál pro výrobu plastových vláken je PMMA, ale existuje mnoho dalších typů optických vláken. Tyto typy se liší v průměru vlákna, ve složení materiálu, ale i v konstrukci vlákna. Jedním z typů plastových vláken je i Polymer – clad fiber, které kombinuje skleněné jádro a plastový plášť (13).



Obr. 22: Konstrukce POF kabelu (Upraveno dle 12)

Nejrozšířenější typ POF kabelů je zkonstruován z jádra, odrazné vrstvy a pláště. Charakteristickým rysem plastových optických vláken je velikost jádra. Průměr jádra u vláken s větším průměrem bývá až 96% z celkového průměru. Většina POF kabelů, které se dnes používají, má průměr vlákna 1000  $\mu\text{m}$  a průměr jádra 980  $\mu\text{m}$ . Jeho velikost umožňuje průchod světla i v případě, že jsou konce vlákna, například při instalaci konektoru, mírně znečištěny, nebo poškozeny, nebo v případě, že je osa světla mírně odchýlená od středu vlákna. Zásadou toho je instalace konektoru jednodušší (11).

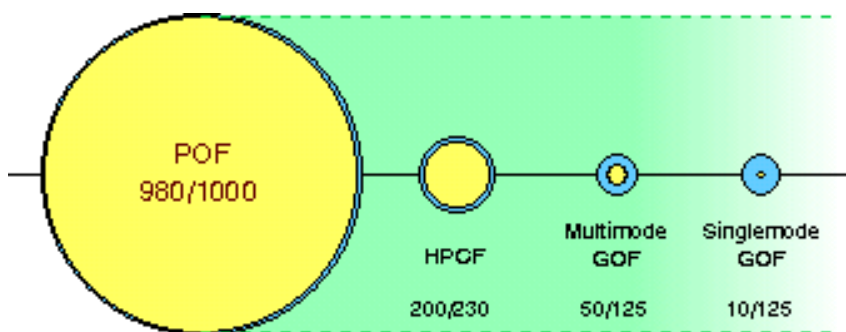


Obr. 23: Jádro plastového optického vlákna (Upraveno dle 14)

### 2.9.2 Srovnání technologií GOF a POF

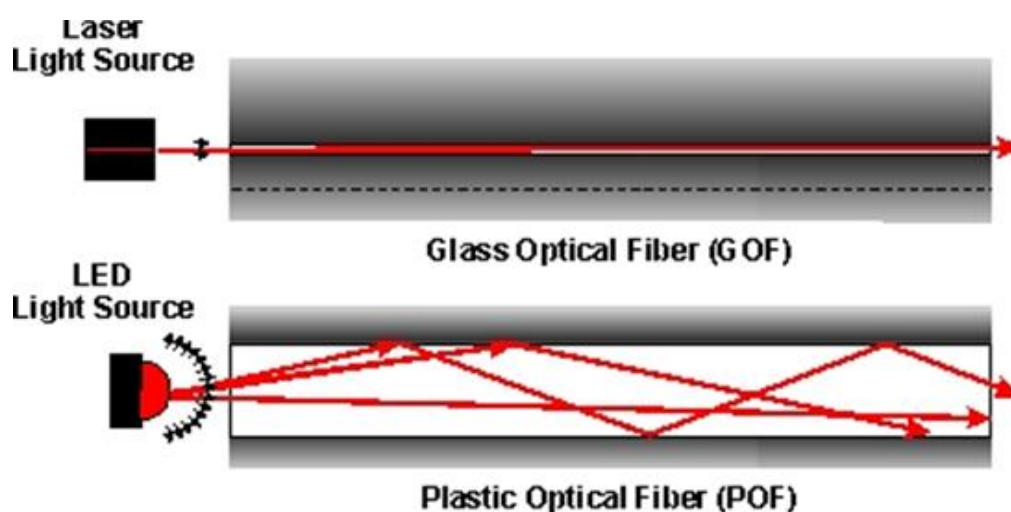
Skleněná optická vlákna (GOF) i plastová optická vlákna (POF), patří mezi prvky optických sítí. Obě tyto technologie pracují, v obecném pojetí, na totožném principu přenosu dat pomocí světelného signálu. Světlo z vysílače prochází opticky vodivou trubicí k přijímači. Odlišností mezi těmito technologiemi je však celá řada. Počínaje materiálem, přes konstrukci, až k využití (1).

Elementární rozdíl je v materiálech. GOF jsou běžně vlákna z křemíkového skla, zatímco pro POF je typickým materiálem PMMA. Vlákna z PMMA jsou odolnější ve vztahu k vnějším vlivům a mechanickému poškození, ale vzniká u nich vyšší útlum signál než u skleněných vláken. Další výrazný rozdíl je v konstrukci vláken i kabelů jako celku. Zatímco skleněná vlákna jsou konstruována s jádrem, které má poměrně malý průměr, nejčastěji 9  $\mu\text{m}$  u SM GOF a 62,5  $\mu\text{m}$  u MM GOF, plastová vlákna mají jádro s velkým průměrem (1, 9).



Obr. 24: Srovnání průměru jádra vláken POF a GOF (14)

Také zdroj a druh světla se u těchto technologií liší. Zatímco pro GOF je potřeba laserový zdroj světla, zdroj světla pro POF je LED. Světlo pro GOF se liší podle typu vlákna. Vlnová délka světla, které se využívá pro přenos v SM GOF, je v rozmezí 1310–1590 nm. Světlo pro MM GOF má vlnovou délku v rozmezí 850–1300 nm. V obou případech se jedná o světlo mimo viditelné spektrum, pro lidské oko. Pro přenos u technologie POF je nejčastěji používáno světlo o vlnové délce 650 nm, to je viditelné červené světlo (1).



Obr. 25: Zdroje světla pro GOF a POF (Upraveno dle 9)

Především tyto rozdíly v technických vlastnostech a parametrech definují i způsob a účel využití obou technologií. Zatímco GOF je technologie, běžně využívána pro propojení na velmi velké vzdálenosti a propojení na úrovni páteřních úseků, POF je pro svá technická omezení nevhodná. Naopak POF je pro své mechanické vlastnosti vhodná k využití v oblasti horizontální a pracovní sekce. Oproti skleněným vláknům, jsou plastová vlákna odolnější vůči mechanickému poškození a ohybům. Dalším významným prvkem u POF je výrazně jednodušší manipulace s prvky této technologie. Instalace konektoru na plastové optické vlákno je jednodušší, nevyžaduje takovou přesnost jako u skleněných vláken. Tím je sníženo riziko nekvalitního zakončení linky ze strany pověřené

osoby. Kombinace těchto technologií pro jednu komunikační infrastrukturu, představuje možnost pokrýt celou infrastrukturu od páteřní sekce, až ke koncovému zařízení v technologii optických sítí (11, 14).

### 2.9.3 Standardy a normy pro POF

Současná řešení Ethernetu přes POF vycházejí z existujících norem pro optické sítě s nižší rychlostí jako je IEEE 802.3u 100BASE-FX, které dosahují přenosové rychlosti 100 Mb/s. Pro technologii POF a její prvky také stále nebyly vytvořeny standardy. To znamená především to, že každý výrobce může produkovat prvky s vlastním designem, konstrukcí i parametry. Proto je často velmi obtížně najít jednotlivé prvky pro kabelážní systém tak aby byly vzájemně kompatibilní (17).

### 2.9.4 Prvky kabelážních systémů na bázi POF

POF je technologie optických sítí prvky kabelážního systému na bázi POF jsou v podstatě stejné jako u GOF. U POF se liší hlavně kabely a porty, které jsou přizpůsobeny technologii plastových optických vláken. Důsledkem absence standardu pro POF vznikají různé konstrukce kabelu a designy konektorů (14).

- **Kabely** – na trhu je velké množství kabelů s plastovými vlákny, které se liší konstrukcí, průměrem vlákna, velikostí jádra, chemického složení materiálu i technické parametry. Výrobci běžně nabízejí POF kabely s vlákny v průměrech od 0,25 mm až 3.0 mm. Nejčastěji se pro aplikace POF v oblasti ICT používají vlákna s průměrem 1.0 mm. Kabely se nejčastěji vyrábějí v konstrukcích Simplex a Duplex. Produktová portfolia výrobců nabízejí i několik různých typů kabelů rozlišených podle konstrukce pláště (16).



Obr. 26: POE simplexní kabel s vláknem 1.0 mm (16)



Obr. 27: POE duplexní kabel s vláknem 1.0 mm a dvojitým opláštěním (16)

- **Konektory** – pro zakončení plastového vlákna existuje celá řada konektorů. Některé typy konektorů pro POE jsou modifikovanou verzí konektorů původně vytvořených pro technologii skleněných vláken. Tyto konektory nesou i shodné označení jako konektory pro GOF, patří mezi ně konektory ST, SC a FC (15).



Obr. 28: Konektory ST/FC/SC/SC Duplex pro POE 1 mm (Upraveno dle 15)

Konektory pro POF existují v konstrukcích s ferulí i bez ferule. Ferule u konektorů pro tuto technologii je běžně kovová. Vedle tradičních typů konektorů výrobci nabízí i konektory s označením jako SMA, Versatile Link, SMI a další (15).



Obr. 29: Konektory pro POF 1 mm (Upraveno dle 15)

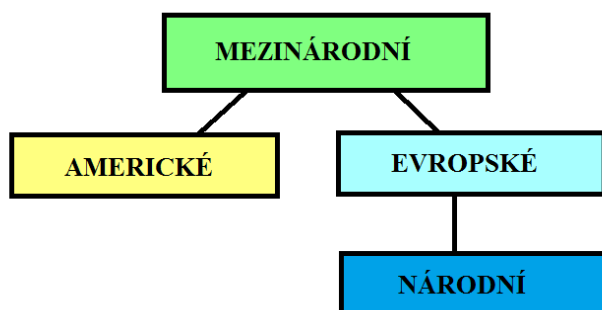
Elegantní řešení nabízí společnost FIRECOMSS, která představila technologii konektorů s názvem OPTOLOCK®. Konektory typu OPTOLOCK® jsou konstruovány v designu kompatibilním s běžnými síťovými prvky, ve verzi KEYSTON i NON-KEYSTON. Zvláštností této technologie je jednoduchost instalace konektoru na vlákno. Tento proces je zjednodušen do několika snadných a rychlých kroků, které minimalizují možnost chybného, či nekvalitního zakončení linky (18).



Obr. 30: OPTOLOCK® (Upraveno dle 18)

## 2.11 Normy

Pro oblast ICT byly vytvořeny normy, které představují soubor pravidel a doporučení pro návrh, konstrukci i provoz počítačových sítí. První normy pro sítě byly vytvořeny ve spojených státech amerických. Dnes rozlišujeme normy mezinárodní, americké, evropské a národní. Pro potřeby této práce jsou důležité především české národní normy, které vycházejí z norem evropských a jsou zaměřeny do oblasti návrhu a konstrukce kabelážních systémů sítě (1).



Obr. 31: Hierarchie norem pro oblast ICT (Upraveno dle 1 s. 14)

- EN 50167 – horizontální sekce – rámcová specifikace pro kabely se společným stíněním (1)
- EN 50167 – pracovní sekce – rámcová specifikace pro kabely se společným stíněním (1)
- EN 50169 – páteřní sekce – rámcová specifikace pro kabely se společným stíněním (1)
- ČSN EN 50173-1 – univerzální kabelážní systémy – všeobecné požadavky (1)
- ČSN EN 50173-2 – univerzální kabelážní systémy – kancelářské prostory (1)



- ČSN EN 50173-3 – univerzální kabelážní systémy – průmyslové prostory (1)
- ČSN EN 50173-5 – univerzální kabelážní systémy – datová centra (1)
- ČSN EN 50174-1 – instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kvality (1)
- ČSN EN 50174-2 – instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách (1)

### **3. Analýza současného stavu**

Tato část bakalářské práce je zaměřena na popis investora, jeho požadavky, analýzu současného stavu zvoleného objektu a vymezení problému z těchto faktů vyplývajících.

V pozici investora je v tomto případě společnost RENISHAW s.r.o., ta v rámci modernizace firemního prostředí, vytvořila projekt na výstavbu nové firemní budovy, s požadavkem na vytvoření návrhu síťové infrastruktury pro počítačovou a komunikační síť. Protože se jedná, o projekt výstavby nové budovy, analýza současného stavu vychází z projektové dokumentace chystané budovy.

#### **3.1 Základní informace o investorovi**

Společnost RENISHAW s.r.o. je jednou ze 70 poboček globální skupiny REINSHAW, která patří mezi přední světové společnosti působící v oboru strojních a vědeckých technologií. Mateřská společnost RENISHAW byla založena ve Velké Británii v roce 1973. Společnost má také zkušenosti s působením v oblastech měření a zdravotnictví. V současnosti je RENISHAW jediným britským výrobcem zařízení pro 3D tisk z kovu. Vyrábí například měřicí a dotykové sondy kalibračních systému laserinterferometr a Ballbar pro souřadnicové měřicí i obráběcí stroje a stroje pro spékání kovů. Oblast působení společnosti tvoří produkty a služby v mnoha aplikacích, od proudových motorů, až po neurochirurgii.

#### **3.2 Požadavky na projekt ze strany investora**

V zadání projektu předloženém společností RENISHAW s.r.o., jsou definovány obecné požadavky i požadavky technického charakteru, které významně ovlivňují výslednou podobu navrhované infrastruktury. Jedním ze specifických požadavků je vybudování infrastruktury bez metalických rozvodů, pouze s minimálním možným využitím prvků metalické kabeláže pro připojení standardních PC jednotek a serverů. Společnost požaduje navržení moderní a nadčasové síťové infrastruktury, vybudované na

technologii POF. Investor požaduje infrastruktury umožňující přenos rychlostí 100 Mb/s. Některé další požadavky se vztahují ke konkrétním místnostem budovy.

### 3.3 Základní informace a popis budovy

Nová budova bude vybudována v blízkosti průmyslové zóny města Brna. Budova je projektována jako třípodlažní, přičemž se jedná o jedno podzemní podlaží a dvě nadzemní podlaží. Celá budova je navržena v moderním designu, tak aby podtrhovala technickou vyspělost společnosti, proto i technické zázemí musí odpovídat této myšlence. Prostory uvnitř budovy jsou navrženy, tak aby vyhovovaly potřebám společnosti ve všech oblastech. Proto se v budově nacházejí kancelářské prostory, konferenční a školící místnosti, technologické centrum, skladovací prostory, ale také prostory pro vystavení a prezentaci zboží.

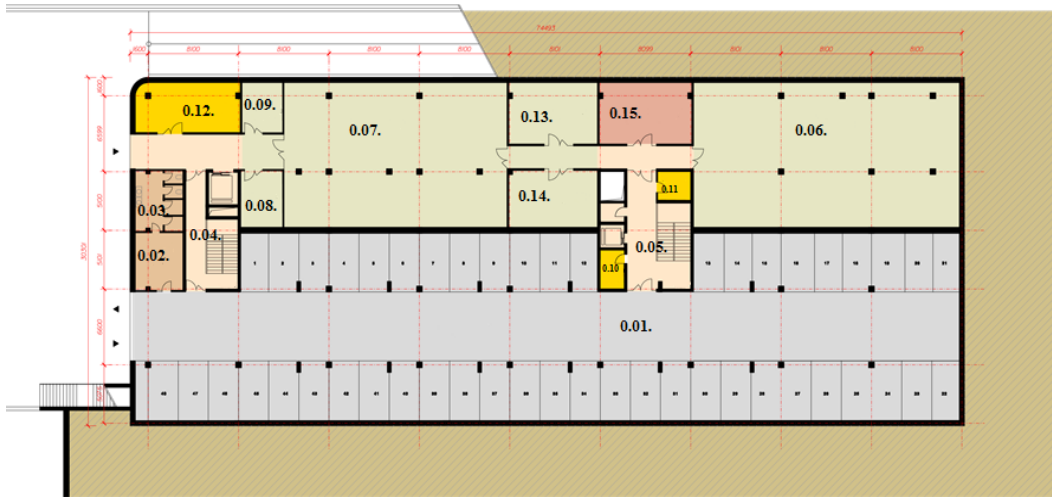
Obvodové zdi budovy budou tvořeny systémem velkoplošných okenních tabulí, které budou v 1. podlaží osazené do bezrámového upevnění v celé výšce od podlahy až ke stropu. V 2. podlaží se konstrukce obvodových zdí bude částečně lišit, a to způsobem osazení okenních tabulí, které na tomto podlaží budou osazeny do rámu ve zdi, přibližně 50 cm nad podlahou. V budově budou dvě samostatná schodiště propojující všechna podlaží budovy. Souběžně s oběma schodišti je umístěna technická šachta se stoupačkami.



Obr. 32: Vizualizace vnější podoby budovy (Zdroj: Projektová dokumentace)

### 3.3.1 Popis 1. PP budovy

První podzemní podlaží lze pomyslně rozdělit do tří částí, na základě jejich účelu. Celková plocha tohoto podlaží je přibližně 2 100 m<sup>2</sup> a výška stropu je zde 4 m. Na většině rozlohy tohoto podlaží se rozprostírá parkoviště, dále se zde nacházejí skladové prostory a technické místnosti. Pro potřeby této práce bude v jejich dalších částech toto patro označováno číslicí 0. Na tomto podlaží se nachází místnosti pouze technického charakteru, proto zde není zapotřebí mnoho přípojných míst. Místnost s označením 0.01. je naprojektována jako vnitřní parkoviště, do těchto prostor chce investor umístit závorový systém pro zabezpečení vjezdu na parkoviště, IP kameru pro monitoring parkoviště a systém elektronických zámků se čtečkami čipových karet pro zabezpečení dveří do místností 0.02., 0.04. a 0.05.. Dále se na tomto podlaží nacházejí hlavní skladovací prostory společnosti. Místnosti s označením 0.06. až 0.09. jsou určeny ke skladování materiálu, součástek a strojních zařízení. Přístup z venkovních prostor do této části budovy představuje vjezd, který je určený pro příjem a expedici zboží a je zabezpečen systémem elektrických rolovacích vrat se samostatnou řídicí jednotkou bez napojení na síť. Přístupy zevnitř budovy představují místnosti se schodištěm. Tato cesta do skladovacích prostor bude zajištěna opět elektronickými zámky se snímačem čipových karet. Investor požaduje tato opatření z důvodů zamezení přístupu neoprávněných osob do této části budovy. V místnostech 0.06. a 0.07. je plánováno umístění terminálových stanic se scannerem čárových kódů, zajišťujících přímý přístup do skladové databáze a systému řízení zásob a také IP telefony. Místnosti 0.13. a 0.14. budou představovat technické zázemí budovy, v místnosti 0.15 bude umístěna centrální klimatizační jednotka. Na tomto podlaží je výška stropů místností 4 m, podle projektu a investorova vyjádření v těchto prostorech zůstanou holé betonové stropy. Z místností 0.04. a 0.05 je přímý přístup do technické šachty se stoupačkami, které protínají všechna podlaží budovy.



Obr. 33: Nákres 1. PP předložený investorem (Zdroj: Projektová dokumentace)

Tab. 2: Rozpis místností 1. PP (Zdroj: vlastní zpracování)

Označení místnosti	Charakter místnosti	Rozloha místnosti v m <sup>2</sup>
0.01.	Vnitřní parkoviště	1130 m <sup>2</sup>
0.02.	Vnitřní parkoviště pro jízdní kola	20 m <sup>2</sup>
0.03.	Toalety	20 m <sup>2</sup>
0.04.	Schodiště	40 m <sup>2</sup>
0.05.	Schodiště	50 m <sup>2</sup>
0.06.	Sklad	300 m <sup>2</sup>
0.07.	Sklad	250 m <sup>2</sup>
0.08.	Sklad	18 m <sup>2</sup>
0.09.	Sklad	15 m <sup>2</sup>
0.10.	Sklad	8 m <sup>2</sup>
0.11.	Sklad	8 m <sup>2</sup>
0.12.	Technická místnost	40 m <sup>2</sup>
0.13.	Technická místnost	42 m <sup>2</sup>
0.14.	Technická místnost	38 m <sup>2</sup>
0.15.	Místnost vzduchotechniky	42 m <sup>2</sup>

### 3.3.2 Popis 1. NP budovy

Prostory prvního nadzemního podlaží jsou účelově zaměřeny pro kontakt se zákazníky. Nacházejí se zde prostory k výstavě a prezentaci produktů i místnosti k poskytování služeb. Hlavním vstupem do budovy se dostáváme do vstupní haly s recepcí, odkud je přímý přístup do showroomu a do technologického centra. V těchto prostorech budou umístěny strojní zařízení. Celková plocha tohoto podlaží je přibližně 1600 m<sup>2</sup> a výška stropu je zde 6 m. Pro potřeby této práce bude v jejich dalších částech toto patro označováno číslicí 1. Investor předložil konkrétní požadavky na vytvoření kabelážní infrastruktury, která bude v celém objektu zajišťovat dostatečné množství přípojných míst. Jedním z nejdůležitějších požadavků investora, je vytvořit přípojná místa pro strojní zařízení, způsob uložení kabelů musí vytvářet prostor k tomu, aby bylo možné umístit a připojit strojní zařízení do sítě na libovolném místě místností 1.02, 1.10., 1.11., 1.14. a 1.15. V místnostech 1.01., až 1.09. je nutné dbát na estetický dojem, a to i během návrhu a instalace kabeláže, protože jsou určeny k přímému kontaktu se zákazníkem. Z tohoto důvodu budou v této části budovy umístěny stropní kazetové podhledy. V prostorech technologického centra, které se nachází v druhé polovině tohoto podlaží, stropní podhledy použity nebudou, protože technický charakter těchto místností již neklade důraz na prvek estetiky a také se v těchto místnostech počítá s umístěním velkých strojních zařízení. Ostatní přípojná místa na tomto podlaží budou využita pro běžná zařízení se síťovým rozhraním, jako jsou PC stanice, tiskárny, VoIP telefony a dataprojektory. Standardních pracovních míst, kde se počítá s celodenní přítomností pracovníku, na tomto podlaží není mnoho. Především se jedná o prostor recepce haly technologického centra a montážní haly, kde jsou pevná pracovní místa, zbylé místnosti slouží k představení a prodeji zboží. Již bylo zmíněno, že společnost RENISHAW s.r.o. nabízí zboží a služby. Důležitým odvětvím těchto služeb je vzdělávání. V prvním nadzemním podlaží je navrženo několik místností, které jsou navrženy pro tyto účely. Jedná se o posluchárnu s označením 1.03. a výcvikové místnosti 1.11. až 1.13.. Z projektové dokumentace poskytnuté investorem vyplývá přibližně využití prostorů v místnostech a rozmístění pracovních míst.



Obr. 34: Nákres 1. NP předložený investorem (Zdroj: Projektová dokumentace)

Tab. 3: Rozpis místností 1. NP (Zdroj: vlastní zpracování)

Označení místnosti	Charakter místnosti	Rozloha místnosti v m <sup>2</sup>
1.01.	Vstupní hala s recepcí	95 m <sup>2</sup>
1.02.	Showroom	170 m <sup>2</sup>
1.03.	Posluchárna	127 m <sup>2</sup>
1.04.	Společenská místnost	63 m <sup>2</sup>
1.05.	Schodiště	50 m <sup>2</sup>
1.06.	Toalety	60 m <sup>2</sup>
1.07.	Sklad	13 m <sup>2</sup>
1.08.	Sklad	8 m <sup>2</sup>
1.09.	Sklad	8 m <sup>2</sup>
1.10.	Hala technologického centra	423 m <sup>2</sup>
1.11.	Výcviková místnost	73 m <sup>2</sup>
1.12.	Výcviková místnost	38 m <sup>2</sup>
1.13.	Výcviková místnost	36 m <sup>2</sup>
1.14.	Montážní hala	285 m <sup>2</sup>
1.15.	Servisní centrum	37 m <sup>2</sup>
1.16.	Sklad pošty	22 m <sup>2</sup>
1.17.	Šatna a toalety	63 m <sup>2</sup>
1.18.	Schodiště	40 m <sup>2</sup>
1.19.	Sklad	11 m <sup>2</sup>
1.20.	Kuchyňka	6 m <sup>2</sup>

### 3.3.3 Popis 2. NP budovy

Na druhém nadzemním podlaží je prostor využit převážně pro kanceláře. Jsou zde uzavřené kanceláře, zasedací místnosti, openspace kanceláře i odpočinková místnost a jídelna pro zaměstnance. Celé toto patro je navrženo tak aby utvářelo kvalitní, moderní, a hlavně příjemné pracovní prostředí pro zaměstnance společnosti. Projektová dokumentace také udává, že na tomto podlaží se bude nacházet serverovna, Celková plocha tohoto podlaží je přibližně 1600 m<sup>2</sup> a výška stropu je zde 4 m. V celých prostorech tohoto podlaží budou pod stropem instalovány stropní kazetové podhledy, které tuto výšku přibližně o 40 cm sníží. Pro potřeby této práce bude v jejich dalších částech toto patro označováno číslicí 2. Rozmístění prostor a pracovních míst přibližně vyplývá z projektové dokumentace. Podle projektu bude v tomto podlaží přibližně 92 pracovních míst. Z toho je 7 běžných kanceláří pro vedení a management společnosti a 1 místnost sekretariátu. Místnosti s označením 2.01 a 2.25. jsou podle investorova záměru určeny pro pracovníky technického oddělení. Na tomto podlaží jsou také navrženy celkem tři zasedací místnosti, ve kterých investor požaduje možnost připojení dataprojektorů. Konkrétně investor požaduje pro každé pracovní místo možnost připojení PC a IP telefonu. Přístup na toto podlaží bude zabezpečen systémem elektronických zámků, kterými budou zajištěny všechny 4 vchody na podlaží. Investor také uvedl požadavek, týkající se pokrytí 1. a 2. nadzemního podlaží bezdrátovým signálem pro potřeby mobilních zařízení.



Obr. 35: Nákres 2. NP předložený investorem (Zdroj: Projektová dokumentace)



Tab. 4: Rozpis místností 2. NP (Zdroj: vlastní zpracování)

Označení místnosti	Charakter místnosti	Rozloha místnosti v m <sup>2</sup>
2.01.	Openspace kancelář 24 prac. míst	189 m <sup>2</sup>
2.02.	Kancelář	24 m <sup>2</sup>
2.03.	Kancelář	24 m <sup>2</sup>
2.04.	Kancelář	24 m <sup>2</sup>
2.05.	Kancelář	24 m <sup>2</sup>
2.06.	Sekretariát	24 m <sup>2</sup>
2.07.	Kancelář	48 m <sup>2</sup>
2.08.	Zasedací místnost	32 m <sup>2</sup>
2.09.	Zasedací místnost	56 m <sup>2</sup>
2.10.	Zasedací místnost	48 m <sup>2</sup>
2.11.	Šatna	32 m <sup>2</sup>
2.12.	Schodiště	50 m <sup>2</sup>
2.13.	Sklad	8 m <sup>2</sup>
2.14.	Kuchyňka	8 m <sup>2</sup>
2.15.	Toalety	70 m <sup>2</sup>
2.16.	Odpočinková místnost	86 m <sup>2</sup>
2.17.	Jídelna pro zaměstnance	82 m <sup>2</sup>
2.18.	Sklad	20 m <sup>2</sup>
2.19.	Sklad	20 m <sup>2</sup>
2.20.	Schodiště	40 m <sup>2</sup>
2.21.	Kancelář	24 m <sup>2</sup>
2.22.	Kancelář	24 m <sup>2</sup>
2.23.	Serverovna	20 m <sup>2</sup>
2.24.	Kuchyňka	20 m <sup>2</sup>
2.25.	Velkoplošná kancelář 16 prac. míst	99 m <sup>2</sup>
2.26.	Openspace kancelář 44 prac. míst	275 m <sup>2</sup>

### **3.4 Zhodnocení analýzy**

Analýza současné stavu poskytla veškeré informace k vytvoření konkrétní představy o podobě požadované infrastruktury kabelážního systému. Celý návrh bylo možné vytvořit především díky jednání s investorem, které poskytlo informace o konkrétních požadavcích na výslednou síťovou infrastrukturu a projektové dokumentaci. Součástí projektové dokumentace jsou nákresy vnitřních prostor budovy, a popis jednotlivých místností. Tyto podklady umožnily vypracování návrhu konkrétních tras a umístění datových zásuvek. Specifikace investorových požadavků usnadnily výběr technologií. Ze strany investora je kladen důraz na technologie jejich kvalitu i za cenu vysokých nákladů.

Na základě všech těchto informací a podnětů, bude vytvoření celkové podoby návrhu jednodušší a předpokládám, že výsledný projekt bude pro investora uspokojivý. Dle mého osobního názoru je velkou výhodou tohoto projektu, že budova je stále pouhým projektem. Díky tomu je jednodušší jednat s investorem o konkrétních změnách a úpravách. Jako další pozitivum vnímám, že je investor nejen ochoten, ale přímo vyžaduje použití nových technologií, přesto že jsou nákladné. Samotný požadavek na využití technologie plastových optických vláken, dělá z tohoto návrhu jedinečnou výzvu.

## **4. Vlastní návrh řešení**

Cílem této práce je vytvořit vlastní návrh komunikační infrastruktury pro novou budovu společnosti RENISHAW s.r.o. s využitím technologie plastových optických vláken k vytvoření datových rozvodů. Předchozí části této práce poskytují elementární teoretické a faktické informace o dané problematice i objektu, jež jsou nezbytné pro vlastní návrh řešení.

Vlastní návrh komunikační infrastruktury vychází z platných norem, požadavků investora a zároveň je přizpůsoben zamýšlené podobě budovy, tak aby nabízel optimální řešení. Návrh vytvořený v rámci této práce je zaměřen na rozmístění kabelážních tras, přípojných míst a datových rozvaděčů. Dále pak na technologie použité pro konstrukci kabelážních tras, datových rozvodů, způsobů značení a vytvoření pasivní úrovně počítačové sítě budovy jako celku. Součástí této práce není výběr konkrétních aktivních prvků, ani jejich nastavení.

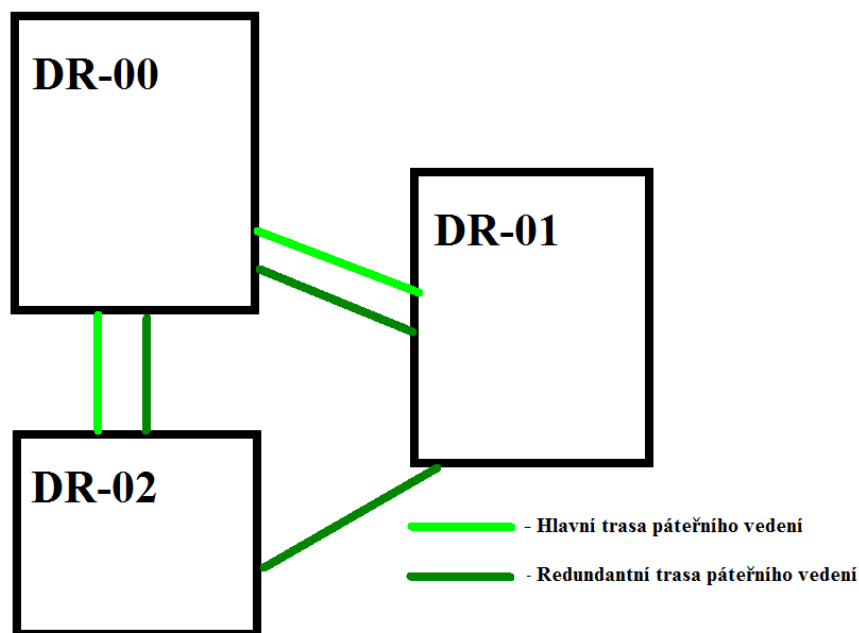
### **4.1 Návrh technologie a typu kabeláže**

Na základě požadavku investora je komunikační infrastruktura navržena především na technologii optických sítí. Na každém podlaží bude umístěn datový rozvaděč. Tyto datové rozvaděče budou vzájemně propojeny pomocí multimódového optického kabelu s označením FPD524 značky Panduit, je to kabel s 24 MM skleněnými vlákny s klasifikací OM2. V případě propojení datových rozvaděčů se jedná o páteřní vedení budovy a z toho důvodu jsou pro tato propojení zvoleny optický kabel se skleněnými optickými vlákny. Z každého rozvaděče bude na daném patře vytvořeno horizontální vedení, pro které budou použity duplexní optické kabely s plastovými optickými vlákny. Pro horizontální kabeláž jsou zvoleny kabely s označením RHEE 40002 2.2, které nabízí společnost Homefiber. Je to duplexní optický kabel s plastovými optickými vlákny o průměru 1 mm. Tento kabel byl zvolen pro své přenosové parametry, které jsou dostatečné pro vybudování infrastruktury s podporou GbE. A také, pro své fyzické rozměry, které jsou plně kompatibilní se systémem OPTOLOCK®. Celá kabelážní infrastruktura je navržena, tak aby umožnila provoz horizontální sekce na

úrovni FE s možností navýšení na GbE, Provoz páteřní sekce je navržen na úroveň GbE s možností navýšení na 10GbE.

## 4.2 Topologie zapojení

Zapojení uzlů je navrženo do topologie typu STAR s centrálním uzlem umístěným v hlavním rozvaděči budovy, dále označovaném DR-00. Současně je navržena redundantní trasa se zapojením uzlů v topologii typu RING, která slouží k zajištění provozu vnitřní sítě budovy v případě poruchy centrálního uzlu. Vedení redundantní trasy je navrženo, tak aby nebylo ohroženo v případě incidentu, při kterém by došlo k mechanickému poškození hlavní trasy páteřní sekce.



Obr. 36: Návrh zapojení páteřní sekce kabeláže (Zdroj: vlastní zpracování)

## 4.3 Návrh umístění a počtu přípojných míst

Obsahem této kapitoly je popis navržených přípojných míst, jejich počet a umístění v jednotlivých místnostech. Na základě dokumentace a požadavků investora bylo navrženo rozmístění přípojných míst. Následující tabulky poskytují přehled počtu

datových zásuvek v jednotlivých místnostech. Pro každé podlaží je vytvořena tabulka zvlášť. Počet datových zásuvek je navržen podle požadavků investora tak aby pokryl potřebný počet pracovních míst, přesto navrhované osazení datových rozvaděčů umožňuje navýšení počtu přípojných míst.

Tab. 5: Rozpis počtu přípojných míst pro místnosti 2. NP (Zdroj: vlastní zpracování)

2. NP						
Místnost	Počet datových zásuvek	Počet datových portů	Účel portu			
			IP	VOPI	WiFi	Dataprojektor
2.01.	40	74	50	24	0	0
2.02.	2	3	2	1	0	0
2.03.	2	3	2	1	0	0
2.04.	2	3	2	1	0	0
2.05.	2	3	2	1	0	0
2.06.	3	5	4	1	0	0
2.07.	4	6	4	2	0	0
2.08.	2	3	2	0	0	1
2.09.	4	6	4	0	1	1
2.10.	3	5	4	0	0	1
2.11.	0	0	0	0	0	0
2.12.	2	2	2	0	0	0
2.13.	0	0	0	0	0	0
2.14.	0	0	0	0	0	0
2.15.	0	0	0	0	0	0
2.16.	1	1	0	0	1	0
2.17.	0	0	0	0	0	0
2.18.	0	0	0	0	0	0
2.19.	0	0	0	0	0	0
2.20.	3	3	2	0	1	0
2.21.	2	3	2	1	0	0
2.22.	2	3	2	1	0	0
2.23.	0	0	0	0	0	0
2.24.	0	0	0	0	0	0
2.25.	25	49	33	16	0	0
2.26.	46	90	46	44	0	0
Celkem	145	257		93		

Místnosti 2.01. a 2.25. na 2. NP jsou účelově určeny pro pracovníky technického oddělení, a proto je každé pracovní místo osazeno dvěma datovými porty, které zajišťují připojení pracovní stanice a prostor pro připojení dalšího zařízení. Charakter openspace kanceláře 2.26. je určen jako běžný kancelářský prostor, proto je počet datových portů navržen tak aby bylo možné na každém pracovním místě připojit jednu pracovní stanici.

Tab. 6: Rozpis počtu přípojných míst pro místnosti 1. NP (Zdroj: vlastní zpracování)

1. NP							
Místnost	Počet datových zásuvek	Počet datových portů	Účel portu				
			IP	VOPI	WiFi	Dataprotektor	Strojní zařízení
1.01.	3	5	4	1	0	0	0
1.02.	2	3	2	0	1	0	15
1.03.	4	6	4	0	0	2	0
1.04.	0	0	0	0	0	0	0
1.05.	0	0	0	0	0	0	0
1.06.	0	0	0	0	0	0	0
1.07.	0	0	0	0	0	0	0
1.08.	0	0	0	0	0	0	0
1.09.	0	0	0	0	0	0	0
1.10.	4	6	4	1	1	0	12
1.11.	4	6	4	1	0	1	3
1.12.	5	9	8	0	0	1	0
1.13.	2	3	2	0	0	1	0
1.14.	3	5	4	1	0	0	12
1.15.	3	5	4	1	0	0	3
1.16.	0	0	0	0	0	0	0
1.17.	0	0	0	0	0	0	0
1.18.	1	1	0	0	1	0	0
1.19.	0	0	0	0	0	0	0
1.20.	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	31	49		5			45

Investor má také specifické požadavky týkající se připojených míst v 1. NP. Prostory tohoto podlaží jsou účelově zaměřeny směrem k zákazníkům, nacházejí se zde místnosti technického charakteru, ve kterých budou, umístěny strojová zařízení. Konkrétně se jedná o místnosti 1.10., 1.11., 1.14., 1.15. a také místnost 1.02., která je určena k vystavení a prezentaci produktů. Investor požaduje vytvoření přípojných míst pro strojní zařízení v těchto místnostech pouze v podobě nezakončených POF kabelů, s modulárním umístěním, tak aby bylo možné připojit různá zařízení na různých místech v místnosti.

Tab. 7: Rozpis počtu přípojných míst pro místnosti 1. PP (Zdroj: vlastní zpracování)

1. PP					
Místnost	Počet datových zásuvek	Počet datových portů	Účel portu		
			IP	VOPI	IP kamera
0.01.	5	6	5	0	1
0.02.	0	0	0	0	0
0.03.	0	0	0	0	0
0.04.	1	2	2	0	0
0.05.	1	2	2	0	0
0.06.	2	3	2	1	0
0.07.	3	5	4	1	0
0.08.	1	2	2	0	0
0.09.	0	0	0	0	0
0.10.	0	0	0	0	0
0.11.	0	0	0	0	0
0.12.	0	0	0	0	0
0.13.	0	0	0	0	0
0.14.	0	0	0	0	0
0.15.	0	0	0	0	0
Celkem	13	20		2	

Účel datových zásuvky v místnostech 1. podzemního podlaží je možnost připojení terminálu se čtečkou čárových kódů pro řízení skladových zásob, které budou umístěny v místnostech 1.06., 1.07. a 1.08.. Další datové zásuvky v místnostech 1.01., 1.04 a 1.05.

jsou určeny pro zabezpečení přístupu do budovy pomocí čteček čipových karet, závorového systému a IP kamery pro monitoring parkoviště.

## **4.4 Trasy kabelážní infrastruktury**

V této kapitole jsou popsány trasy vedení jednotlivých sekcí kabeláže. Jsou zde popsány trasy a způsob uložení kabelů v těchto trasách. K uložení kabelových tras budou použity kombinace plastových lišt, parapetních žlabů a závěsných drátěných žlabů.

### **4.4.1 Trasy páteřní sekce**

Hlavní trasa vedení páteřní sekce tvoří dva optické kabely propojující datové rozvaděče na jednotlivých patrech budovy. Hlavní trasa mezi rozvaděčem DR-00, který se nachází v místnosti serverovny s označením 2.23., a datovým rozvaděčem DR-01 umístěným, po dohodě s investorem, v místnosti 1.15. v prvním nadzemním podlaží. Stejně tak hlavní trasa do prvního podzemního podlaží propojující DR-00 a DR-02, který je umístěn v místnosti 0.02.. Oba tyto kabely jsou vyvedeny z rozvaděče DR-00, kde jsou zakončeny v optické vaně, do závěsného drátěného systému upevněného ke stropu místnosti. Tímto způsobem jsou vyvedeny z místnosti 2.23. do místnosti 2.20. Z místnosti 2.20. je přístup do technické šachty se stoupačkami, kudy jsou kabely svedeny do nižších podlaží. Kabel pro připojení DR-01 je z šachty vyveden v místnosti 1.18. do závěsného drátěného systému, ve kterém, vede přes místnost 1.14. do místnosti 1.15, kde je od stropu svedena do datového rozvaděče. Tímto způsobem je veden i kabel k rozvaděči DR-02, který je technickou šachtou veden až do 0. podlaží. Zde je stejným způsobem vyveden z šachty, do stropního drátěného koše, v místnosti 1.04.. Z místnosti schodiště je trasa vedena přímou cestou do místnosti 1.02.. Zde je kabel po průchodu zdí zaveden přímo do DR-02, kde je zakončen v optické vaně.

Pro páteřní sekci vedení je navržena i redundantní trasa, jejímž účelem je zajištění provozu sítě v případě poruchy vedení hlavních páteřních tras, nebo centrálního uzlu. Redundantní trasa je zapojena do topologie RING. Jednotlivé uzly uvnitř datových rozvaděčů jsou v tomto zapojení propojeny pomocí optických propojovacích kabelů.



Propojení uzlů v různých datových rozvaděčích je tvořeno stejným typem kabelu, jako jsou použity pro hlavní trasu páteřní sekce. Oba tyto kabely jsou vyvedeny z DR-00 a uloženy do stropního drátěného žlabu, ve kterém jsou z místnosti 2.23. vedeny přes místnost 2.26. do místnosti 2.06. na druhé straně podlaží. V místnosti 2.06. je opět využita technická šachta k sestupu do nižších podlaží. Jeden z kabelu je v 1. podlaží vyveden z šachty do závěsného drátěného systému pod stropem a z místnosti 1.05. vede přes místnosti 1.04., 1.10. a 1.14. do místnosti 1.15., kde je zakončen v DR-01 v optické vaně. Druhý kabel je šachtou veden až do 0. podlaží, kde z šachty vychází v místnosti 0.05. odkud je ve stropním závěsném systému veden, přes místnost 0.01. do místnosti 0.02., kde je zakončen optické vaně v DR-02. Pro obě trasy páteřní sekce, propojující datové rozvaděče, jsou použity GOF optický kabel s 24 MM vlákny. Oba konce každého z těchto kabelů jsou zakončeny v optické vaně, uložené v datovém rozvaděči. Schéma zapojení páteřní sekce znázorňuje Obr. 36 na straně 60.

#### **4.4.2 Trasy horizontální sekce**

Horizontální sekce navrhované kabelážní infrastruktury lze pomyslně rozdělit do tří sektorů na základě podlaží. Horizontální sekce na každém podlaží vychází z datového rozvaděče umístěného na daném podlaží. Pro horizontální sekci infrastruktury jsou použity podle požadavku investora POF optické kabely. Z této technologie byly zvoleny duplexní optické kabely s plastovými optickými vlákny o průměru 1 mm s označením RHEE 4002 2.2. Výchozím bodem každé linky na daném patře je, patch panel umístěný v datovém rozvaděči, odkud jsou vedeny do závěsného drátěného systému upevněnému ke stropu. S ohledem na konstrukci lze linky infrastruktury této budovy rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou kompletní linky jejichž kabel, je na jednom konci připojen do patch panelu v datovém rozvaděči, a druhý konec v datové zásuvce umístěné v příslušné místnosti. U těchto linek závisí uložení jednotlivých kabelů na umístění datových zásuvek. Zásuvky určené k připojení dataprojektorů a přístupových bodů pro bezdrátové připojení jsou umístěny na stropech místností, nebo na zdi v těsné blízkosti stropů, a proto budou kabely vedoucí k těmto datovým zásuvkám, přivedeny do zásuvek přímo ze stropních žlabů. V některých případech může být potřeba vést kabel, na krátkou vzdálenost, po stropě či stěně místnosti. V těchto případech budou k uložení kabelu

použity plastové nástěnné žlaby. Další datové zásuvky určené k připojení běžných zařízení se síťovým rozhraním jako jsou osobní počítače, tiskárny a další, budou umístěny na stěnách místností, nebo v některých případech přímo na pracovním místě. K uložení kabelů pro tyto datové zásuvky, budou využity plastové žlaby a nášlapné podlahové lišty. Druhou skupinu představují linky bez zakončení v datové zásuvce. Tyto linky jsou navrženy na základě požadavku investora a jsou určeny k připojení řídicích jednotek strojních zařízení v některých místnostech 1. podlaží. Konkrétní umístění tras kabeláže je zakresleno v přílohách 1,2 a 3. Systém uložení kabelových tras je přizpůsoben technickým možnostem každého podlaží, potřebám jednotlivých tras i požadavkům investora. Pro 0. podlaží nejsou specifikovány konkrétní požadavky na umístění kabelových tras, budou zde tedy využity hlavně plastové lišty upevněné na zdech místností a jedna trasa závěsného drátěného žlabu, která bude propojovat místnost 0.02., 0.04. a 0.05.. Tento žlab bude využit společně pro kabel redundantní trasy páteřního vedení a několika kabelů horizontálního vedení. Pro 1. podlaží je navrženo vytvoření vedení tras primárně v drátěných žlabech, které budou v prostorech místností 1.01. až 1.09. umístěny ve stropních podhledech. Ve zbylých prostorech podlaží investor souhlasil s umístěním žlabu volně pod strop. Pro místnosti na tomto podlaží, ve kterých budou umístěna strojní zařízení, pro která investor požaduje připojení, budou z těchto žlabů vytvořeny pravidelné mřížky s roztečí přibližně 2 m. Do těchto mřížek budou uloženy kabely určené pro strojní zařízení volně ve smotcích dostatečné délky, tak aby je bylo možné využít kdekoli v místnosti. Ve 2. podlaží budou ve stropních podhledech umístěny dvě trasy drátěných žlabů, které povedou podél nejdelších zdí. Tyto dvě trasy budou na některých místech propojeny pro potřeby jednotlivých tras. Většina kabelů bude ze serverovny vyvedena do drátěného žlabu, ve kterém bude přivedena k nejbližší obvodové zdi budovy. V těchto místech budou kabely z drátěného žlabu svedeny do parapetního žlabu, ve kterém budou vedeny po obvodu budovy k jednotlivým pracovním místům.

#### **4.4.3 Trasy VoIP**

Součástí tohoto návrhu je i vytvoření přípojných míst pro technologii VoIP. Tato technologie je náročná na přenosové parametry, a proto je vhodné konstruovat její síť, jako samostatnou síť. Nejvyšší počet přípojných míst pro zařízení VoIP se nachází na 2.

podlaží. V 1. a 0. podlaží je počet přípojných míst pro VoIP velmi malý, a proto jsou rozvody kabelu, pro tato přípojná místa, navrženy pro celou budovu z jednoho místa v budově. Výchozím bodem všech linek pro přípojná místa VoIP je DR-00. Prvky určené pro VoIP budou v datovém rozvaděči fyzicky odděleny a odlišeny značením od ostatních pro celkovou přehlednost zapojení. K rozvedení kabelů pro přípojná místa nacházející se na 2. podlaží budou využity trasy horizontální kabeláže 2. podlaží. Pro přípojná místa v 1. a 0. podlaží jsou využity hlavní trasy páteřního vedení, ke svedení kabelu do nižších podlaží. Kabely jsou vyvedeny z technické šachty ve stejném místě, místnosti 1.18. a 0.04., jako kabely hlavní trasy páteřní sekce. Z místnosti 1.18. a 0.04. jsou dále vedeny k příslušné datové zásuvce v trasách vytvořených pro horizontální sekci daného patra.

Kabely páteřní sekce infrastruktury a kabely pro VoIP vedené mezi jednotlivá podlaží jsou pomocí textilních vyvazovacích pásek svázaný k sobě do svazku kabelů. Stejným způsobem jsou vytvořeny svazky kabelu i v datových rozvaděčích a pro vyvedení kabelu z rozvaděčů do stropních žlabů. V případě potřeby je možné využít tento způsob i v jiných místech. Svazování kabelů do svazku se provádí především pro zjednodušení manipulace s větším množstvím kabelů, jejich organizaci a zlepšení přehlednosti.

## **4.5 Prvky kabelážní infrastruktury**

V této kapitole jsou postupně popsány veškeré prvky použité ke kompletnímu sestavení navrhované komunikační infrastruktury. Jednotlivé prvky jsou systematicky rozděleny podle konkrétních částí kabeláže, ve kterých jsou využity.

### **4.5.1 Prvky páteřní sekce**

Jediným prvkem páteřní sekce infrastruktury, který není umístěn v datovém rozvaděči a doposud nebyl popsán, jsou samotné optické kabely.

Kabel pro páteřní sekci je GOF optický kabel v konstrukci OPDS, s 24 skleněnými vlákny s pevnou sekundární ochranou a barevným rozlišením. Konkrétně je

to kabel značky Panduit s modelovým označením FPDL524. Tento kabel byl zvolen tak, aby poskytoval dostatečný počet optických vláken pro realizaci všech propojení a zároveň poskytoval i redundantní vlákna pro případ poškození jednotlivých vláken. V případě většiny linek páteřní sekce této infrastruktury je počet využitých vláken nízký a vzniká zde velký počet neaktivních vláken. Přesto byl zvolen kabel s 24 vlákny na základě trasy s nejvyšším počtem využitých vláken. V případě nepředvídané události, která by měla za následek zničení spojů hlavní trasy páteřní sekce, umožňuje přebudování zapojení redundantní trasy do podoby zapojení hlavní trasy. Na využitá vlákna budou nainstalovány LC konektory s modelovým označením AX105201-B25.

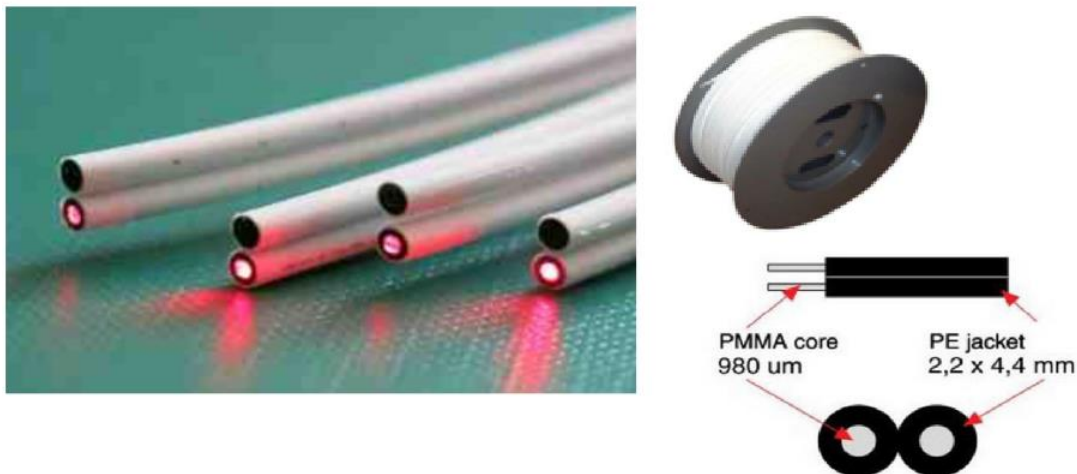


Obr. 37: GOF optický kabel Panduit FPDL524 (10)

#### 4.5.2 Prvky horizontálního sekce

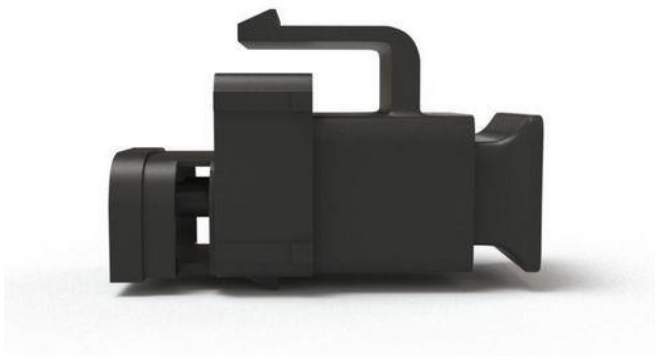
Prvky této části infrastruktury, které nejsou umístěny v datových rozvaděčích, jsou POF optické kabely a datové zásuvky.

- **Kabely** – podle požadavků investora byla horizontální sekce infrastruktury budována z prvků technologie POF. POF kabelu je na trhu nabízena celá řada, pro potřeby této instalace byly vybrány kabely s označením RHEE 4002 2.2 značky Homefiber. Jsou to duplexní optické kabely s plastovým optickým vláknem o průměru 1 mm. Tento typ kabelů je vhodný pro své přenosové parametry především proto, že umožňuje přenos na úrovni až GbE, ale i díky fyzickým parametrům, které jsou ideální pro kombinaci se systémem OPTOLOCK®.



Obr. 38: Duplexní POF optický kabel RHEE 4002 2.2 (Upraveno dle 20)

- **Adaptéry** – po domluvě s investorem bylo rozhodnuto o prvcích konektivity, pro části infrastruktury vybudované na technologii POF, ve prospěch systému OPTOLOCK®. Patch panely v datových rozvaděčích budou tedy osazeny adaptéry systému OPTOLOCK® s modelovým označením POF OLOL adapter ve verzi KEYSTON.



Obr. 39: POF OLOL adaptér OPTOLOCK® (20)

- **Datové zásuvky** – investor požaduje zakončení linek v datových zásuvkách s porty RJ45 pro připojení běžných zařízení se síťovým rozhraním. I pro tento požadavek bylo nalezeno řešení, v podobě aktivních datových zásuvek s modelovým označením

OMS121UP-220 a OMC100UP-220. Tyto datové zásuvky jsou konstruovány, jako modul s jedním OPTOLOCK<sup>®</sup> portem pro vstup a jedním, nebo dvěma RJ45 porty pro výstup. Do návrhu byly vybrány také proto, že jsou plně kompatibilní s kabel RHEE4002 2.2 a to včetně maximální rychlosti přenosu. Stejně jako zvolený kabel i tyto datové zásuvky podporují přenos na úrovni FE/GbE. Tento modul vyžaduje napájení elektrickou energií a je konstruován tak aby jen bylo možné připojit jako běžnou elektrickou zásuvku. S touto skutečností byl investor seznámen.



Obr. 40: Aktivní datové zásuvky OMC100UP-200 a OMS121UP-220 (Upraveno dle 20)

Zároveň byla investorům předložena možnost alternativního řešení, která by u některých přípojních míst tento modul neobsahovala. Konkrétně by se tato alternativa týkala pracovních míst s přípojnými místy pro PC stanice. V této alternativě by byly datové zásuvky osazeny OPTOLOCK<sup>®</sup> adaptéry a PC stanice na pracovních místech by bylo nutné vybavit síťovou kartou s OPTOLOCK<sup>®</sup> portem například FEPCI-O21, kterou nabízí společnost Comoss. Investor se rozhodl pro řešení se standardními síťovými kartami a aktivními datovými zásuvkami. Součástí toho návrhu není návrh rozvodů elektrického vedení. Rozvody pro elektrické vedení jsou součástí návrhu elektrické sítě budovy, který byl k vypracování, včetně kabelu elektrického vedení pro napájení datových zásuvek zadán investorem jinému dodavateli. Konkrétní počet datových zásuvek a datových portů je navržen, tak aby poskytoval dostatečné množství přípojních míst v budově a současně, tak aby v budově nebylo velké množství nevyužitých zásuvek

nebo portů. Pro minimální počet nevyužitých datových portů bylo rozhodnuto především z důvodu vysoké pořizovací ceny těchto datových zásuvek.

- **Systémy uložení pro datové zásuvky** – moduly datových zásuvek budou umístěny v systémech plastových žlabů a boxech pro zásuvky upevňovaných na zeď. Pro zásuvky upevněné na zdi byly zvoleny boxy s modelovým označením UAE-6APG RW nabízené společností Homefiber. Pro datové zásuvky umístěné v plastových žlabech i na zdi jsou použity rámečky i přední kryty od společnosti Homefiber. Pro zachování vzájemné kompatibility jednotlivých prvků. Rámečky a kryty přední části datových zásuvek jsou zvoleny ve standardním provedení a v barvě bílé a šedé z estetických důvodů.



Obr. 41: Prvky uložení datových zásuvek (Upraveno dle 20)

### 4.5.3 Datové rozvaděče

Kabelážní infrastruktura pro tuto budovu je navržena tak, že je rozdělena do tří datových rozvaděčů. Na každé podlaží je umístěn jeden datový rozvaděč. Tyto rozvaděče jsou vzájemně propojeny pátevní sekcí kabeláže, a každý z nich představuje výchozí bod pro trasy horizontální sekce kabeláže jednotlivých pater.

Hlavní datový rozvaděč této infrastruktury je označen DR-00, a je umístěn na druhém nadzemním podlaží v místnosti 2.23., která je určena projektem jako serverovna. Jedná se o zabezpečenou místnost s aktivním systémem chlazení vzduchu a na patře se nachází

v blízkosti technické šachty se stoupačkami, která je využita pro svody kabelu do nižších podlaží. Zvolený typ konstrukce datového rozvaděče pro DR-00 je otevřený rám ve výšce 42 U. Konkrétně byl vybrán model s označením KR180 610-42. Jedná se o model zátěžového datového rozvaděče s dvojitým rámem a nastavitelnou montážní hloubkou rámu. Tento model byl zvolen, protože je umístěn v zabezpečené místnosti, do které mají přístup pouze oprávněné osoby. Vyšší hustota osazení tohoto rozvaděče představuje nejen zátěž, ale i větší zdroj tepla. Otevřený rám umožňuje odvádění zbytkového tepla z aktivních prvků v něm umístěných i jejich chlazení vzduchem v místnosti. Výška 42 U byla zvolena záměrně, tak aby kapacita datového rozvaděče pokrývala nejen potřeby současného návrhu, ale také aby poskytovala rezervu v případě potřeby připojení dalších prvků a zařízení do rozvaděče. Příloha číslo 4 obsahuje nákres osazení jednotlivých unitů rozvaděče DR-00.

Po dohodě s investorem bylo rozhodnuto, že datový rozvaděč DR-01 bude umístěn v 1. podlaží v místnosti 1.15.. Na základě umístění i zamýšleného osazení byl pro DR-01 model datového rozvaděče KR110 66-28RACK. Tento model je rozvaděč stojanového typu, se skříňovou konstrukcí. Je to uzavřený rozvaděč o výšce 28 U, s dveřmi zajištěnými zámkem. Kapacita 28 U je zvolena tak, aby poskytovala dostatečný prostor pro navrhované prvky, a zároveň zůstává rezerva pro případ potřeby připojení dalších prvků a zařízení. Uzavřený, uzamykatelný typ rozvaděče byl zvolen protože, rozvaděč bude umístěn v místnosti servisního centra. V této místnosti se budou běžně pohybovat různí zaměstnanci společnosti, a proto je potřeba rozvaděč zabezpečit proti úmyslné i neúmyslné manipulaci ze strany neoprávněných osob. Schéma umístění jednotlivých prvků v DR-01 je znázorněno v příloze číslo 5.

V 0. podlaží bude v místnosti 0.02. umístěn model datového rozvaděče KR120 64-09RACK. Tento datový rozvaděč je v dokumentaci označen DR-02 a bylo rozhodnuto, že bude umístěn do místnosti 0.02.. Tato místnost bude využívána jako parkoviště pro jízdní kola zaměstnanců. KR120 64-09RACK je nástěnný rozvaděč o výšce 9 U se skříňovou konstrukcí a uzamykatelnými dveřmi. Zvolená konstrukce zajišťuje zabezpečení prvků v rozvaděči proti neoprávněným zásahům a poskytuje dostatečnou kapacitu pro navrhované prvky i pro případ potřeby rozšíření. Schéma umístění jednotlivých prvků v DR-02 je znázorněno v příloze číslo 6.





Obr. 42: Datové rozvaděče (Upraveno dle 10)

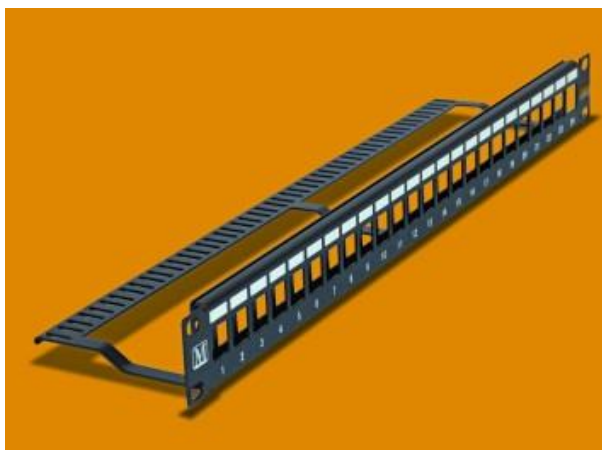
Dále jsou uvedeny jednotlivé prvky, které jsou v datových rozvaděčích umístěny. Mezi tyto prvky patří patch panely, optické vany, organizéry a další.

- **Optické vany** – účel optických van je uložení optických vláken v datovém rozvaděči. Optický kabel přivedený do datového rozvaděče je průchodkou zaveden do optické vany. Následně je kabel zajištěn pomocí stahovací matice. Té části optického kabelu, která je umístěna uvnitř optické vany, je poté odstraněn plášť a jednotlivá vlákna jsou vyvázána na cívku upevněnou ve vnitřní části optické vany. Následně jsou aktivní vlákna okonektorována a připojena do adaptérů umístěných na přední části vany. Přední lišta optické vany standardně plní funkci patch panelu. Konkrétně pro potřeby této infrastruktury jsou využity optické vany nabízené společností Kassex s modelovým označením KR900 30-01 BL. Je to optická vana se dvěma průchodkami pro optický kabel na zadní liště, modulární přední lištou pro osazení až 24 portů. Toto řešení je vybráno protože, lišty optických van budou osazeny pouze částečně, zbylé otvory pro porty budou zajištěny krytkami.



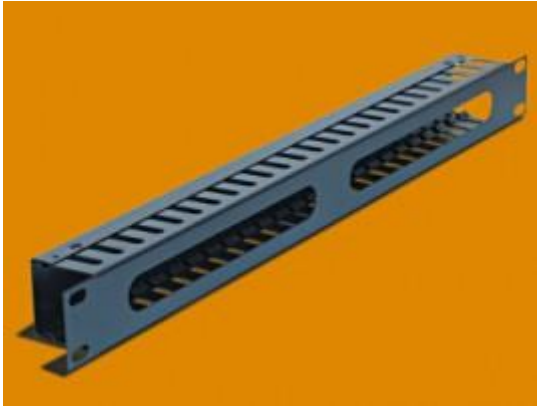
Obr. 43: Optická vana s 24 LC adaptéry (10)

- **Patch panely** – patch panely jsou prvkem používaným k zakončení linek v datových rozvaděčích a propojení linky s aktivním prvkem. Konkrétní model patch panelů použitých v této infrastruktuře je KMP24-KEY. Je to modulární patch panel s výškou 1 U, 24 otvory pro osazení adaptéry a zadním organizérem kabelů.



Obr. 44: Patch panel KMP24-KEY (10)

- **Organizéry kabelů** – prvek určený k systematickému uložení patch cordů v datových rozvaděčích. Pro tuto infrastrukturu byly vybrány hřebenové organizéry s výškou 1 U a modelovým označením KWMP-1U-P.



Obr. 45: Organizer kabelů KWMP-1U (10)

- **Napájecí panely** – důležitý prvek, potřebný k napájení aktivních prvků umístěných v datovém rozvaděči elektrickou energií. Pro toto řešení byl zvolen model napájecích panelů s označením KR900 20-64BL-VD. Je to napájecí panel s výškou 1 U, 8 elektrickými zásuvkami, centrálním vypínačem a přepětřovou ochranou.



Obr. 46: Napájecí panel KR900 20-64BL-VD (10)

- **Patch cordy** – propojovací kabely jsou v této konkrétní instalaci, pouze okrajovou záležitostí. V datových rozvaděčích jsou použity k připojení aktivních prvků do páteřní sekce kabeláže optické propojovací kabely, takzvané Jumpery. Konkrétně byly vybrány duplexní jumpery, o délce 1 m, zakončené LC konektory. Pro propojení

linek horizontální sekce jsou propojovací kabely tvořeny duplexním POF optickým kabelem zakončeným v konektorech systému OPTOLOCK®.



Obr. 47: Duplexní LC/LC Jumper (19)

#### 4.5.4 Prvky pracovní sekce

Pracovní sekci tvoří standartní metalické UTP patch cordy propojující datové zásuvky se síťovým rozhraním jednotlivých zařízení. Jedná se o jediný prvek metalické kabeláže v cele komunikační infrastruktury budovy. Společně tak s POF kabely tvořícími linku a POF propojovacími kabely v datových rozvaděčích tvoří kanály. Konkrétně budou, přípojná místa pro pracovní stanice vybaveny UTP patch cordy kategorie 6 v délce 2 m.



Obr. 48: Patch cord K-UTPC6-02 (10)

#### 4.5.5 Prvky pro VoIP

VoIP (Voice over Internet Protocol) je technologie propojující telefonní zařízení do sítě. Tyto zařízení se obecně označují jako IP telefony. Technologie VoIP vytváří telefonní síť řízenou IP protokolem. V budově je navržena samostatně bez napojení na datovou síť. Trasy kabelu jsou většinou společné s datovou sítí. Prvky pro vybudování VoIP jsou shodné s prvky použitými v horizontální sekci infrastruktury.

#### 4.5.6 Prvky uložení kabeláže

V budově je k uložení kabelu využito několik systému k tomuto účelu určených. Některé trasy kabelů zde využívají kombinaci více úložných systémů, jiné pouze jeden z nich.

- **Systém závěsných drátěných žlabů** – tyto žlaby jsou připevněny ke stropu místnosti. Pro tuto instalaci byly zvoleny žlaby s modelovým označením CF54/150 EZ značky LEGRAND.



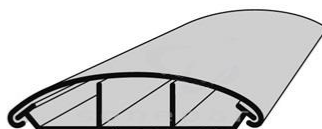
Obr. 49: Drátěný žlab CF54/150 EZ (21)

- **Plastové lišty a kanály** – k uložení kabelů na trasách, uvnitř místností, vedoucích k přípojným místům jsou využity lišty a kanály konstruované z PVC materiálu. Pro potřeby této infrastruktury jsou využity nástěnné lišty v různých rozměrech, které jsou dány počtem kabelů v nich uložených, dále jsou využity nástěnné kabelové kanály rozměru 60x150 s modelovým označením LF6015007030. V případech, kdy je datová zásuvka umístěna mimo stěnu místnosti, jsou pro překonání těchto úseků využity nášlapné podlahové lišty s modelovým označením EIP 74020. Tyto prvky

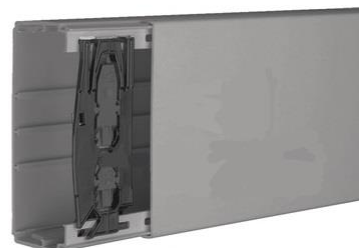
jsou v budově použity v bílé a šedé barvě, podle místa umístění, z estetických důvodů.



Lišta vkládací 40x 40



Lišta podlahová 74x20



Kabelový kanál LF 60x150

Obr. 50: PVC lišty a kanály (Upraveno dle 21)

- **Vázací pásy** – na některých úsecích tras jsou kabely spojeny do svazku pomocí vázacích pásek. V těchto případech jsou použity pásy typu suchý zip.



Obr. 51: Vázací pásy (10)

#### 4.5.7 Způsob a prvky značení

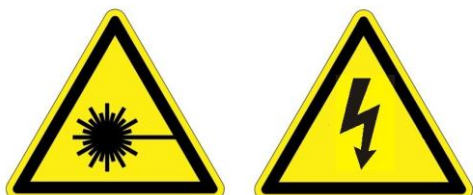
Ke značení kabelů jsou použity kabelové lepicí štítky od firmy Panduit. Tyto štítky jsou vhodně k potisku inkoustovou, nebo laserovou tiskárnou. Evropská norma EN 50174 uvádí předpis týkající se označení kabelů, který říká, že Každý kabel musí být označen na obou koncích. Pro každý kabel se předpokládá použití celkem 4 štítků. Každý konec kabelu je označen štítkem před instalací do trasy a zakončením v datové zásuvce a patch panelu. Během procesu instalace a konektorování, běžně dochází k poškození či úplnému odstranění štítků, proto jsou na kabel umístěny nové štítky po instalaci konektorů. K

označení jednotlivých patch panelů a jejich portů jsou použity rovněž lepicí štítky značky Panduit v provedení určeném pro patch panely.



Obr. 52: Lepicí štítek pro označení kabelů (10)

V datových rozvaděcích musejí být také umístěny štítky s výstražným označením, upozorňující na nebezpečné napětí a zařízení, jejichž součástí je laserový zářič.



Obr. 53: Výstražně značení Nebezpečné napětí a laser (1 s. 284)

Zvolené systémy značení prvků v této infrastruktuře jsou pro datové rozvaděče v podobě zkratky DR a čísla rozvaděče, odděleného pomlčkou, ve formátu XX počínaje hodnotou 00. Označení DR-00 bylo přiděleno hlavnímu datovému rozvaděči umístěného ve 2. nadzemním podlaží. Další rozvaděče jsou značeny postupně podle umístění na podlaží, rozvaděč v 1. nadzemním podlaží má označení DR-01 a rozvaděč v 1. podzemním podlaží označení DR-02.

Systém značení patch panelů a jejich portů je použit následující. Jednotlivé patch panely v každém datovém rozvaděči, jsou značeny velkým písmenem běžné abecedy

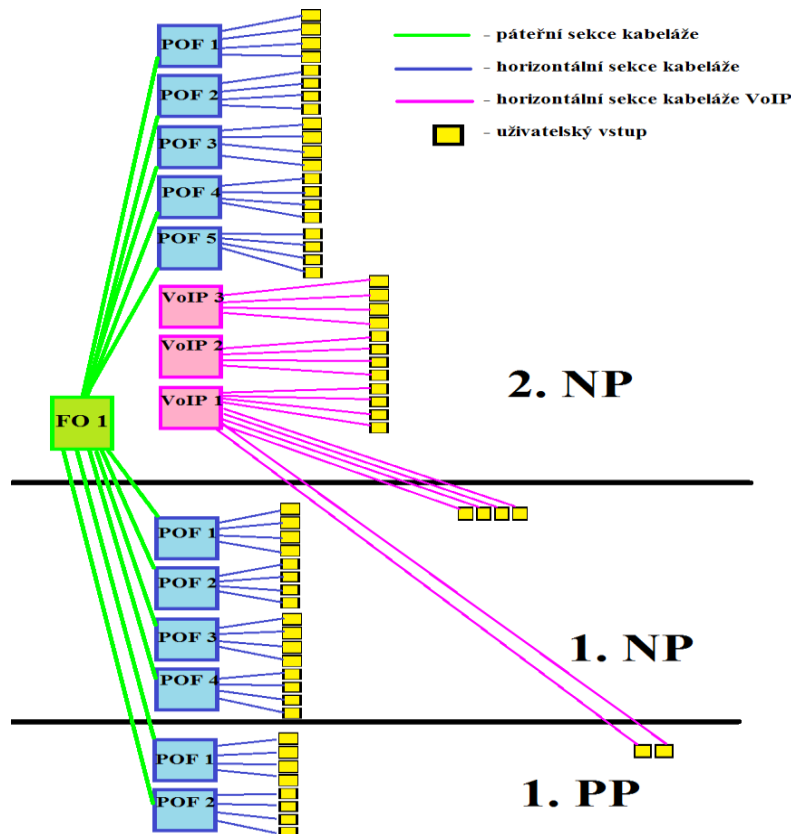
počínaje písmenem A. Patch panely jsou značeny postupně podle umístění v datovém rozvaděči, ve směru shora dolů. Přední lišty jednotlivých optických van jsou osazeny LC adaptéry a plní funkci patch panelu. Porty optických van slouží k propojení páteřní sekce infrastruktury, proto jsou odlišeny označením MP pro hlavní trasu páteřní sekce a RP pro redundantní trasu. Způsob značení portů vyplývá z příloh s čísly 7 a 8, které obsahují navrhovaný způsob zapojení patch panelů a optických van. Tyto přílohy také obsahují návrh zapojení aktivních prvků v rozvaděči. Jednotlivé porty každého patch panelu i přední lišty optické vany jsou označeny čísly od 01 do 24. Porty jsou značeny vždy postupně ve směru zprava doleva. Patch panely využívané k propojení linek pro VoIP, jsou pro odlišení od patch panelů datové sítě, značeny písmeny od konce abecedy postupně od písmena Z.

K vytvoření identifikačního kódu pro datové zásuvky a jejich porty je využit reverzní identifikační kód ve formátu RRPXX. Značení datových rozvaděčů, patch panelů a jejich portů bylo zvoleno tak, aby umožňovaly použití tohoto způsobu identifikačního značení. Výsledné označení datové zásuvky vypadá například takto: 00C24, toto označení by znamenalo, že datová zásuvka je připojena v DR-00 do 24. portu, 3. patch panelu seshora. Použité datové zásuvky jsou v konstrukci s 1 i 2 datovými porty typu RJ45. V obou případech je datová zásuvka připojena do jednoho portu v datovém rozvaděči. Proto i 2 portová zásuvka bude označena pouze jedním kódem. Pro potřeby managementu sítě je doporučeno rozlišit porty u 2 portových zásuvek, například přidáním písmen A, B na konec identifikačního kódu. Rozlišení portů datových zásuvek, v tomto konkrétním případě, nemá žádný význam pro kabeláž a její zapojení, proto nejsou porty datových zásuvek v dokumentaci rozlišeny. V nákresech kabelážních tras jsou datové zásuvky znázorněny trojúhelníkem. Umístění datových zásuvek je zaneseno v kabelových tabulkách, které jsou obsahem přílohy číslo 9 a 10. Je doporučeno umístit tyto kabelové tabulky do datových rozvaděčů, pro snazší orientaci a správu kabelážní infrastruktury.



#### 4.5.8 Aktivní prvky

Obsahem této práce není návrh konkrétních aktivních prvku, v této části jsou popsány pouze doporučené aktivní prvky. Popis doporučených aktivních prvků neuvádí konkrétní modely těchto aktivních prvků, pouze parametry a vlastnosti aktivních prvků vhodných pro toto řešení. Uvedené modely mohou, ale nemusí přesně odpovídat doporučeným prvkům.



Obr. 54 Logické schéma sítě (Zdroj: vlastní zpracování)

- **Switch** – tento návrh předpokládá rozmístění celkem 15 switchu pro celou síť. Těchto 15 switchu zahrnuje tři různé typy.

Prvním zamýšleným typem, je optický switch s 24 SFP porty podporující GE a alespoň 2 porty s podporou 10 GE. S podporou managementu pro dosažení optimálního nastavení a organizace sítě. Standartní výška switche 1 U. Uvedeným specifikacím vyhovuje například model SGS-5220-24S2XR značky Planet. Tento

switch je více označován jako hlavní optický switch, který je umístěn v datovém rozvaděči DR-00 představuje centrální uzel sítě.



Obr. 55: Switch Planet SGS-5220-24S2XR (22)

Další typ switchu zamýšlených pro tento konkrétní projekt jsou, 1 U vysoké switche s 24 optickými porty systému OPTOLOCK<sup>®</sup> a minimálně 2 SFP porty podporující alespoň GE. Předpokládaný počet takových switchu v síti je 12, tyto zařízení jsou rozmístěna v datových rozvaděčích DR-00 a DR-01. Přičemž 5 kusů v DR-00 bude připojených do centrálního switchu, a další 3 pro VoIP připojené ústředně. 4 poslední jsou umístěny v DR-01 a připojeny k centrálnímu uzlu v DR-00 prostřednictvím kabelu páteřní sekce. Těmto specifikacím odpovídá zařízení nabízené společností COMOSS s modelovým označením PSW-24O1Y.

Poslední typ je v podstatě stejný jako předchozí jen s nižším počtem portu. Pro DR-02 jsou navrženy 2 switche s 8 porty OPTOLOCK<sup>®</sup> a minimálně 1 SFP portem s podporou GE. Zařízení, které odpovídá těmto specifikacím je switch z nabídky společnosti COMOSS s modelovým označením GAPSW-O111. V DR-02, je možné použít i jeden switch PSW-24O1Y místo dvou GAPSW-O111. Zapojení jednotlivých portů je znázorněno v přílohách s čísly 7 a 8.



PSW-2401Y



GAPSW-O111

Obr. 56: Switch pro POF s porty OPTOLOCK® (Upraveno dle 18)

- **SFP Transceiver** – zásuvné SFP transceivery jsou použity k osazení SFP portu jednotlivých switchu. Tyto moduly jsou někdy označovány i jako Mini-GBIC. Pro tuto aplikaci jsou doporučeny SFP moduly v konstrukci pro připojení jumperu zakončeného duplexním LC konektorem. Návrh předpokládá osazení SFP portů určených připojení páteřního vedení moduly podporujícími alespoň GE. Vhodný modelem vyhovujícím potřebám navržené sítě je například MGBSX1 značky CISCO.



Obr. 57: SFP Transceivery MGBSX1 (23)

Rozvržení pozic jednotlivých prvků umístěných v datových rozvaděčích jsou znázorněny v přílohách s čísly 4 až 6. V nákresech, které jsou obsahem těchto příloh, jsou zaznačeny i pozice pro další aktivní prvky, jejichž výběr a pořízení bude realizovat investor sám. Konkrétně jsou to aktivní prvky jako je server, VoIP ústředna, nebo jednotky UPS. Každé koncové zařízení připojené do této sítě, musí mít vlastní zdroj

napájení. Jednotlivé linky této kabeláže jsou vybudované na technologii optických sítí, které neumožňují napájení koncových zařízení prostřednictvím technologie PoE.

## 4.6 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení poskytuje stručný náhled na finanční náklady spojené s realizací tohoto návrhu. Následující tabulka obsahuje celkové náklady na materiál, náklady na instalaci kabelážní infrastruktury a náklady na vypracování projektu. Náklady na vybudování kabelážní infrastruktury pro VoIP je uvedena zvlášť. Úplný rozpočet a soupis materiálu je obsahem přílohy číslo 11. Uvedené ceny za materiál jsou aktuální, ale mohu se měnit v závislosti na nabídce dodavatelů a měnových kurzů. Cena za instalaci byla vypočtena jako 30 % celkové ceny materiálu, cena vypracování projektu je stanovena ve výši 5 % celkové ceny materiálu. Materiál a prvky kabelážní infrastruktury byly zvoleny primárně na základě kvality a požadavků investora. Náklady na pořízení aktivních prvků nejsou zahrnuty, protože návrh aktivních prvků není součástí této práce.

Tab. 8: Přehled celkových finančních nákladů bez VoIP (Zdroj: vlastní zpracování)

Položka	Cena s DPH v Kč
Materiál	<b>1 726 000 Kč</b>
Instalace	<b>517 800 Kč</b>
Vypracování projektu	<b>86 300 Kč</b>
<b>Celkem</b>	<b>2 330 100 Kč</b>

Tab. 9: Přehled celkových finančních nákladů včetně VoIP (Zdroj: vlastní zpracování)

Položka	Cena s DPH v Kč
Matriál	<b>2 087 000 Kč</b>
Instalace	<b>626 100 Kč</b>
Vypracování projektu	<b>104 350 Kč</b>
<b>Celkem</b>	<b>2 817 450 Kč</b>

## Závěr

Cílem této práce bylo vytvoření návrhu infrastruktury kabelážního systému, pro novou firemní budovu společnosti RENISHAW s.r.o.. Tento návrh byl vypracován na základě požadavků investora a platných norem.

V první části této práce jsou, shrnuty teoretická východiska, která poskytují přehled teoretických informací a znalostí souvisejících s problematikou návrhu kabelážního systému. Dále jsou předloženy základní informace o investorovi, jeho požadavcích, analýza prostor, pro které je návrh realizován. Návrh byl vytvořen, protože společnost požaduje v rámci vybudování nové budovy využití nových a moderních technologií, které budou reprezentovat technickou vyspělost společnosti. Investor trval na kabelážní infrastruktuře vybudované na technologii POF.

Zadání této práce bylo splněno. Tento návrh poskytuje přehled o technologiích a materiálech, vhodných k vybudování zamýšlené kabelážní infrastruktury. Také poskytuje orientační přehled o finančních nákladech na realizaci, formě a podobě kabelových tras rozmístění datových zásuvek. Zároveň může být využit jako součást zadávací dokumentace pro výběrové řízení.

Nezbytnou součástí této práce tvoří přílohy s čísly 1 až 11, které obsahují jednotlivé části návrhu jako je, nákres navržených tras a umístění prvku kabelážní infrastruktury, kabelové tabulky, schéma umístění jednotlivých prvků v datových rozvaděčích, schéma zapojení aktivních prvků a kompletní rozpočet nákladů obsahující úplný soupis použitých materiálů.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) JORDÁN, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I Univerzální kabelážní systémy. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2013. ISBN 978-80-214-4839-1
- (2) KŘÍŽ, J. a P. Sedlák. Audiovizuální a datové konvergence. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2012. ISBN 978-80-7204-784-0
- (3) ONDRÁK, V., P. Sedlák a V. Mazálek. Problematika ISMS v manažerské informatice. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2012. ISBN 978-80-7204-872-4.
- (4) ONDRÁK, Viktor Počítačové sítě [přednáška]. Brno: VUT v Brně. Fakulta podnikatelská, 2014.
- (5) KUROSE, James F. a Keith W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press. 2014. ISBN 978-80-251-3825-0.
- (6) PUŽMANOVÁ R. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2., aktualizované vydání. Praha: Computer Press. 2006. ISBN 80-251-1278-0.
- (7) HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3
- (8) ASSIGNMENTHELP. Computer Networks and Types : PAN, LAN, WAN, MAN. Assignmenthelp.net [online]. ©2009-2018 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: [http://www.assignmenthelp.net/assignment\\_help/Computer-Networks-and-Types](http://www.assignmenthelp.net/assignment_help/Computer-Networks-and-Types)
- (9) THORNE, Lawrence. Consumer-Friendly Plastic Optical Fiber Home Network Distribution. IPTV Magazine [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: [http://www.iptvmagazine.com/2009\\_01/IPTVMagazine\\_2009\\_01\\_Optical\\_Home\\_Networking.html](http://www.iptvmagazine.com/2009_01/IPTVMagazine_2009_01_Optical_Home_Networking.html)
- (10) KASSEX s.r.o.. Kassex.cz [online]. 2016 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <http://www.kassex.cz/>

- (11) KOIKE, Yasuhiro a Makoto ASAI. The future of plastic optical fiber. *NPG Asia Materials* [online]. 2009, 1(1), 22-28 [cit. 2018-05-03]. DOI: 10.1038/asiamat.2009.2. ISSN 1884-4049. Dostupné z: <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/asiamat.2009.2>
- (12) IOANNIDES, N, E B CHUNGA, A BACHMATIUK, I G GONZALEZ-MARTINEZ, B TRZEBICKA, D B ADEBIMPE, D KALYMNIOS a M H RÜMMELI. Approaches to mitigate polymer-core loss in plastic optical fibers: a review. *Materials Research Express* [online]. 2014, 1(3) [cit. 2018-05-03]. DOI: 10.1088/2053-1591/1/3/032002. ISSN 2053-1591. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/2053-1591/1/i=3/a=032002?key=crossref.03405d0da58fceb2f644e5788bc5a555>
- (13) KOIKE, Y., T. ISHIGURE a E. NIHEI. High-bandwidth graded-index polymer optical fiber. *Journal of Lightwave Technology* [online]. 13(7), 1475-1489 [cit. 2018-05-03]. DOI: 10.1109/50.400716. ISSN 07338724. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/400716/>
- (14) I-FIBEROPTICS. Plastic Optical Fiber (POF) Basics. *I-fiberoptics.com* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.i-fiberoptics.com/basics.php>
- (15) I-FIBEROPTICS. Plastic Optical Fiber Connector. *I-fiberoptics.com* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.i-fiberoptics.com/plastic-optical-fiber-connector.php>
- (16) I-FIBEROPTICS. Eska™ Jacketed Fiber Cable. *I-fiberoptics.com* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.i-fiberoptics.com/eska-fiber-cable.php>
- (17) PÉREZ DE ARANDA R., O. CIORDIA, C. PARDO. A standard for gigabit ethernet over POF: Product implementation. *Knowledge Development for POF (KDPOF)* [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.kdpof.com/wp-content/uploads/2012/07/POF2011articulo.pdf>
- (18) COMOSS. COMOSS POF Products. *COMOSS.com* [online]. 2013 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://pof.comoss.com/html/pof-product-series.html>



- (19) OCTECHDIRECT. Networking Cables LC/LC. Octechdirect.com [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://www.octechdirect.com/fiber-cables-oem-fiber-cables-san-diego-los-angeles-anaheim-orange-county-united-states.php>
- (20) HOMEFIBER. POF Products. Homefibre.at [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.homefibre.at/en/products/>
- (21) SONEPAR. Instalační kanály na stěny a stropy. Sonepar.cz [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.sonepar.cz/instalacni-kanaly-na-steny-a-stropy>
- (22) SENETIC. LAN Switches. Senetic.cz [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.senetic.cz/product/SGS-5220-24S2XR>
- (23) CISCO. Cisco Interfaces and Modules. Cisco.com [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/interfaces-modules/mgbsx1-gigabit-sx-mini-gbic-sfp-transceiver/model.html>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ICT	Informační a komunikační technologie
WAN	Wide area network
MAN	Metropolitan area network
LAN	Local area network
PAN	Personal area network
IP	Internet protocol
VoIP	Voice over internet protocol
NEXT	Přeslech na blízkém konci
FEXT	Přeslech na vzdáleném konci
PC	Osobní počítač
DR	Datový rozvaděč
FE	Fast ethernet
GbE	Gigabit ethernet
U	Unit
PVC	Polyvinylchlorid
PMMA	Polymethylmetakrylát
GOF	Skleněné optické vlákno
POF	Plastové optické vlákno
SM	Singlemode
MM	Multimode
SI	Step index
GI	Gradient index

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Rozdělení počítačových sítí podle rozsahu .....	17
Obr. 2: Topologie typu BUS.....	18
Obr. 3: Topologie typu RING.....	18
Obr. 4: Topologie typu STAR .....	19
Obr. 5: Referenční model ISO/OSI.....	21
Obr. 6: Porovnání referenčních modelů ISO/OSI a TCP/IP.....	22
Obr. 7: Obecné schéma kabelážního systému .....	26
Obr. 8: UTP kabel cat.5 a STP kabel cat.6 .....	29
Obr. 9: Průřez kabelem UTP, FTP/STP a ISTP.....	30
Obr. 10: Konektory shielded RJ45 Plug a RJ45 Jack.....	31
Obr. 11: Způsob zapojení podle normy T568A a normy T568B.....	31
Obr. 12: Optický kabel.....	33
Obr. 13: Singlemódové vlákno .....	33
Obr. 14: Multimódové vlákno se stepindexovým a s gradientním průběhem.....	34
Obr. 15: Optické konektory .....	34
Obr. 16: Optická vana.....	35
Obr. 17: Datové rozvaděče .....	36
Obr. 18: Patch panel .....	37
Obr. 19: Datová zásuvka.....	38
Obr. 20: Ukázka značení v ICT .....	38
Obr. 21: Stepindexový a gradientní průběh v kabelu POF.....	41
Obr. 22: Konstrukce POF kabelu.....	42
Obr. 23: Jádru plastového optického vlákna.....	43
Obr. 24: Srovnání průměru jádra vláken POF a GOF .....	43
Obr. 25: Zdroje světla pro GOF a POF.....	44
Obr. 26: POF simplexní kabel s vláknem 1.0 mm.....	46
Obr. 27: POF duplexní kabel s vlákny 1.0 mm a dvojitým opláštěním.....	46
Obr. 28: Konektory ST/FC/SC/SC Duplex pro POF 1 mm.....	46
Obr. 29: Konektory pro POF 1 mm .....	47
Obr. 30: OPTOLOCK®.....	47

Obr. 31: Hierarchie norem pro oblast ICT.....	48
Obr. 32: Vizualizace vnější podoby budovy.....	51
Obr. 33: Nákres 1. PP předložený investorem.....	53
Obr. 34: Nákres 1. NP předložený investorem .....	55
Obr. 35: Nákres 2. NP předložený investorem .....	56
Obr. 36: Návrh zapojení páteřní sekce kabeláže.....	60
Obr. 37: GOF optický kabel Panduit FPD524 .....	68
Obr. 38: Duplexní POF optický kabel RHEE 4002 2.2.....	69
Obr. 39: POF OLOL adaptér OPTOLOCK® .....	69
Obr. 40: Aktivní datové zásuvky OMC100UP-200 a OMS121UP-220.....	70
Obr. 41: Prvky uložení datových zásuvek .....	71
Obr. 42: Datové rozvaděče .....	73
Obr. 43: Optická vana s 24 LC adaptéry .....	74
Obr. 44: Patch panel KMP24-KEY .....	74
Obr. 45: Organizer kabelů KWMP-1U.....	75
Obr. 46: Napájecí panel KR900 20-64BL-VD .....	75
Obr. 47: Duplexní LC/LC Jumper .....	76
Obr. 48: Patch cord K-UTPC6-02 .....	76
Obr. 49: Drátěný žlab CF54/150 EZ.....	77
Obr. 50: PVC lišty a kanály .....	78
Obr. 51: Vázací pásy.....	78
Obr. 52: Lepící štítek pro označení kabelů .....	79
Obr. 53: Výstražně značení Nebezpečné napětí a laser .....	79
Obr. 54 Logické schéma sítě.....	81
Obr. 55: Switch Planet SGS-5220-24S2XR .....	82
Obr. 56: Switch pro POF s porty OPTOLOCK® .....	83
Obr. 57: SFP Transceivery MGBSX1 .....	83

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Dělení Kategoríí a Tříd podle frekvenčního rozsahu .....	25
Tab. 2: Rozpis místností 1. PP .....	53
Tab. 3: Rozpis místností 1. NP .....	55
Tab. 4: Rozpis místností 2. NP .....	57
Tab. 5: Rozpis počtu přípojných míst pro místnosti 2. NP .....	61
Tab. 6: Rozpis počtu přípojných míst pro místnosti 1. NP .....	62
Tab. 7: Rozpis počtu přípojných míst pro místnosti 1. PP .....	63
Tab. 8: Přehled celkových finančních nákladů bez VoIP .....	84
Tab. 9: Přehled celkových finančních nákladů včetně VoIP .....	85

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Půdorys 1. PP .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 2: Půdorys 1. NP .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 3: Půdorys 2. NP .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 4: Návrh osazení DR-00 .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 5: Návrh osazení DR-01 .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 6: Návrh osazení DR-02 .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 7: Schéma zapojení portů aktivních prvků ...	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 8: Schéma zapojení portů patch panelů .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 9: Kabelové tabulky .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 10: Kabelové tabulky kabeláže pro VoIP .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Příloha 11: Rozpočet a úplný přehled použitých materiálů	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>