



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF INFORMATICS

## ROZŠÍŘENÍ STRUKTUROVANÉ KABELÁŽE KANCELÁŘSKÉHO OBJEKTU

EXPANSION OF STRUCTURED CABLING IN OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VÁCLAV SANITER

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2013

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Saniter Václav**

---

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

## **Rozšíření strukturované kabeláže kancelářského objektu**

v anglickém jazyce:

## **Expansion of Structured Cabling in Office Building**

Pokyny pro vypracování:

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Analýza současného stavu  
Teoretická východiska řešení  
Návrh řešení  
Zhodnocení a závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

Seznam odborné literatury:

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50173-1-ed.3. Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Třídící znak 36 7253.

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50174-2 ed2. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 60 s. Třídící znak 369071.

JORDÁN, V. Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální komunikace. Kroměříž : KASSEX, 2005.

SOSINSKY, B. Mistrovství - počítačové sítě. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.

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

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

L.S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
Ředitel ústavu

---

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

V Brně, dne 28.05.2013

## **ABSTRAKT**

Obsahem této bakalářské práce je rozšíření současné počítačové sítě v kancelářském objektu společnosti Inva group a.s. První část této práce je zaměřena na analýzu současného stavu jak původní sítě, tak budovy, kde bude síť rozšiřována. V druhé části se zaměřím na teoretická východiska a z obou částí budu následně vycházet v poslední, praktické (návrhové) části práce.

## **ABSTRACT**

The topic of this thesis is expansion of existing computer network placed in an office building owned by Inva Group a.s. company. First part of the thesis focuses on current status of both the original network and the expanded network's building. In second part, I will present the theoretical facts and then using both these parts, I will create the last, practical (design) part of the thesis.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Datový rozvaděč, komunikační technologie, počítačová síť, univerzální kabelážní systém, síť LAN

## **KEY WORDS**

Data cabinet, communication technologies, computer network, universal cabling system, LAN network

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE**

SANITER, V. *Rozšíření strukturované kabeláže kancelářského objektu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 49 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 30. května 2013

.....  
podpis studenta

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady, návrhy a připomínky při zpracování bakalářské práce a její trpělivé vedení. Dále děkuji společnosti Inva group a.s. za bezproblémovou spolupráci a vstřícné jednání při zpracování této práce.

# OBSAH

|   |    |
|---|----|
| Úvod.....   | 11 |
| Cíle a použité metody práce.....  | 12 |
| 1 Analýza současného stavu .....  | 13 |
| 1.1 Základní informace o společnosti .....                                  | 13 |
| 1.1.1 Stručná historie společnosti .....                                    | 13 |
| 1.2 Organizační struktura společnosti .....                                 | 14 |
| 1.3 Popis budov .....   | 14 |
| 1.3.1 Popis místností - 3. nadzemní podlaží budovy A (existující síť).....  | 15 |
| 1.3.2 Popisy místností - 3. nadzemní podlaží budovy B (nové kanceláře)..... | 16 |
| 1.4 Stav strukturované kabeláže.....  | 17 |
| 1.4.1 Kabelážní systém .....  | 17 |
| 1.4.2 Horizontální část .....   | 18 |
| 1.4.3 Datový rozvaděč DR1 .....   | 19 |
| 1.4.4 Aktivní prvky .....   | 19 |
| 1.4.5 Servery .....   | 19 |
| 1.4.6 Připojení k internetu.....  | 20 |
| 1.5 Požadavky investora.....  | 20 |
| 1.6 Shrnutí analytické části .....  | 21 |
| 2 Teoretická východiska .....   | 22 |
| 2.1 Referenční model ISO/OSI .....  | 22 |
| 2.1.1 Fyzická vrstva modelu ISO/OSI.....                                    | 22 |
| 2.2 Architektura TCP/IP.....  | 22 |
| 2.3 Topologie počítačových sítí .....                                       | 23 |
| 2.3.1 Sběrnice (linear bus) .....   | 23 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.3.2 | Hvězda (star).....                           | 24 |
| 2.3.3 | Kruh (ring) .....                            | 25 |
| 2.4   | Přenosová média .....                        | 25 |
| 2.4.1 | Metalické kabely .....                       | 25 |
| 2.4.2 | Optická kabeláž.....                         | 26 |
| 2.4.3 | Bezdrátové sítě.....                         | 28 |
| 2.5   | Ethernet .....                               | 28 |
| 2.6   | Kabelážní systém .....                       | 28 |
| 2.6.1 | Legislativa strukturovaných kabeláží .....   | 28 |
| 2.7   | Sekce strukturované kabeláže .....           | 29 |
| 2.7.1 | Páteřní sekce .....                          | 29 |
| 2.7.2 | Horizontální sekce .....                     | 30 |
| 2.7.3 | Pracovní sekce .....                         | 30 |
| 2.8   | Prvky kabelážního systému.....               | 31 |
| 2.8.1 | Spojovací prvky .....                        | 31 |
| 2.8.2 | Organizační prvky.....                       | 32 |
| 2.8.3 | Prvky značení.....                           | 34 |
| 2.8.4 | Prvky vedení .....                           | 35 |
| 3     | Návrh řešení.....                            | 36 |
| 3.1   | Technologie přenosu .....                    | 36 |
| 3.2   | Návrh počtu a umístění datových zásuvek..... | 36 |
| 3.3   | Komponenty sítě .....                        | 37 |
| 3.3.1 | Kabely páteřní sekce .....                   | 37 |
| 3.3.2 | Kabely horizontální sekce.....               | 37 |
| 3.3.3 | Propojovací (patch) kabely .....             | 38 |
| 3.3.4 | Datové zásuvky.....                          | 38 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.3.5 | Datový rozvaděč a jeho komponenty..... | 38 |
| 3.3.6 | Prvky vedení kabeláže .....            | 39 |
| 3.4   | Kabelové trasy.....                    | 40 |
| 3.5   | Značení.....                           | 42 |
| 3.6   | Rozpočet.....                          | 43 |
|       | Závěr a zhodnocení .....               | 45 |
|       | Seznam literatury .....                | 46 |
|       | Seznam tabulek a obrázků .....         | 48 |
|       | Seznam příloh .....                    | 49 |

## Úvod

Moderní technologie nám usnadňují život. V dnešní informační společnosti hraje veledůležitou roli komunikace. V rámci technologií tuto funkci hlavně plní počítačové sítě, které výrazně přispěly k zjednodušení a zrychlení dostupnosti informací všeho druhu.

Ve firemní sféře je propojení a vzájemná komunikace mezi počítači bezpochyby velmi užitečná a přináší velké množství pozitiv do každodenního fungování firmy. K hlavním výhodám patří kromě úspory místa (sdílení souborů), času a nákladů také menší nároky na koncové stanice, na které nejsou při použití centralizovaných serverů kladeny tak vysoké nároky. Zároveň se díky sítím výrazně zjednodušuje jejich údržba (aktualizace programů, vzdálená správa počítačů, atp.).

Nejen vzhledem k zvyšování nároků na komunikační technologie je třeba navrhovat a vybudovat kvalitní síť s důrazem na potřeby firmy a normy a vybrat vhodné pasivní i aktivní prvky, aby nedocházelo ke zbytečným problémům, které by povedly k snížení produktivity. Správný návrh a realizace sítě vyžaduje nemalou investici, ale vložené prostředky se firmě vrátí v podobě funkční a bezproblémové sítě, která jí může sloužit poměrně dlouhou dobu i s minimálními dalšími úpravami.

## **Cíle a použité metody práce**

Cílem této bakalářské práce je vytvořit návrh rozšíření současné síťové infrastruktury společnosti Inva group a.s. v budovách v jejím vlastnictví.

V úvodní (analytické) části práce nejprve představím samotného investora a jeho požadavky. Dále se v ní budu věnovat současnému stavu sítě a krátce popíšu jednotlivé místnosti, ve kterých se síť již nachází a kde ji budu rozšiřovat.

V prostřední části se zaměřím na teoretická východiska, která jsou nezbytná pro správné pochopení problematiky a z nich budu vycházet i v samotném návrhu.

V praktické části se budu věnovat samotnému návrhu strukturované kabeláže v nových kancelářských prostorách společnosti. Mým úkolem bude navrhnout, kde budou instalovány kabely, jakého budou typu, a které další komponenty (jako datový rozvaděč, datové zásuvky, atp.) bude nová síť obsahovat. V závěru praktické části se budu věnovat rozpočtu.

Aby cíl práce byl splněn, je potřeba vyhovět všem požadavkům jak investora, tak příslušných norem.

# 1 Analýza současného stavu

První část práce je zaměřena na analýzu současného stavu sítě společnosti a její krátké představení.

Součástí analýzy je také seznámení s budovou A (vysvětlení označení budov viz níže v kapitole 1.3 Popis budov) a současným stavem sítě s popisem jednotlivých místností, které nás budou v praktické části zajímat. K tomu využiji dostupnou výkresovou dokumentaci sítě, své poznatky z návštěv budovy, informace z místního IT oddělení a zaměstnance firmy PlusComp s.r.o., která existující část sítě navrhovala.

Dále pak popíšu budovu B, kde bude síť rozšiřována.

## 1.1 Základní informace o společnosti

Kromě nákupu a prodeje potravin se společnost Inva group a.s. v současné době také zabývá provozováním fit centra, hotelu a pronájmem kancelářských a prodejních prostor. Součástí skupiny je také firma Inva building materials s.r.o., která se zabývá nákupem a prodejem výrobků především pro potřeby stavebnictví pod značkou Soudal.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Název firmy:</b>         | Inva group a.s.                             |
| <b>Identifikační číslo:</b> | 25838377                                    |
| <b>Sídlo:</b>               | T.G.Masaryka 463<br>Frýdek Místek<br>738 01 |
| <b>Právní forma:</b>        | akciová společnost                          |
| <b>Počet zaměstnanců:</b>   | zhruba 110                                  |
| <b>Roční obrat:</b>         | 250 milionů Kč                              |

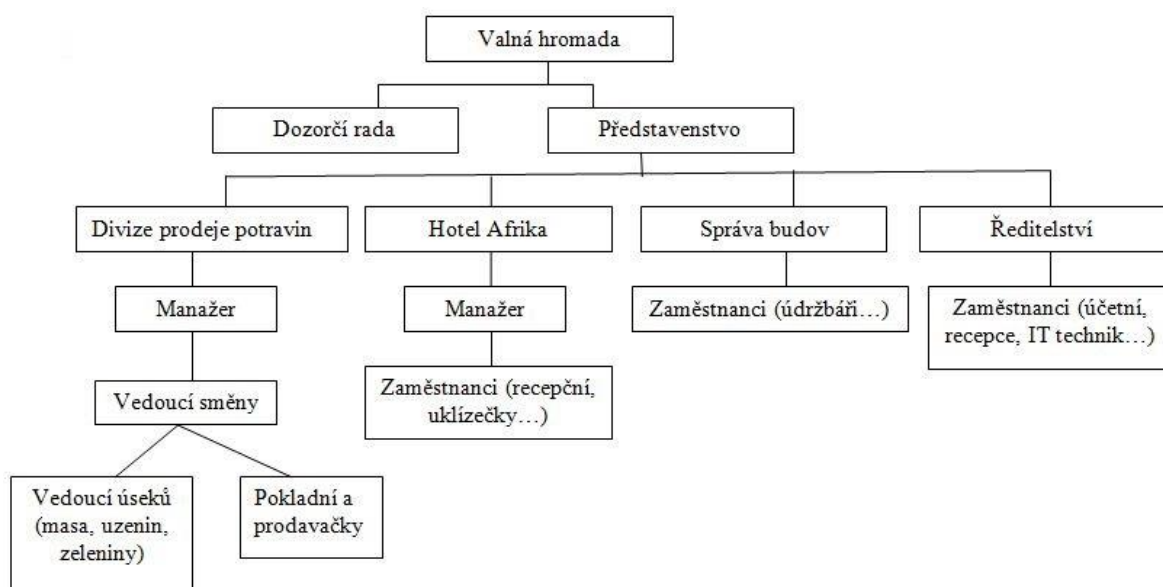
### 1.1.1 Stručná historie společnosti

Počátky společnosti sahají do období před více než dvaceti lety, kdy si majitel pronajal od Pramenu Ostrava první prodejnu potravin ve Frýdlantě nad Ostravicí. Ostatní budovy (prodejny potravin, ředitelství firmy a nájemní prostory, vše ve Frýdku-

Místku) se staly součástí společnosti postupně v rámci velké privatizace státního majetku České republiky. Inva group a.s. dlouho působila jako společnost s ručením omezeným. Před několika lety byla transformována do akciové společnosti, kdy také došlo k oddělení činností prodeje stavební chemie Soudal od ostatních činností firmy.

## 1.2 Organizační struktura společnosti

Společnost Inva group a.s. je v současné době rozdělena na 4 základní divize. V této práci se budu věnovat především sekci „Ředitelství“ a „Správa budov“, pod které spadá současná síť a nové prostory, kde bude síť rozšiřována.



Obr 1. : Organizační struktura společnosti Inva group a.s.

Zdroj: Vlastní zpracování

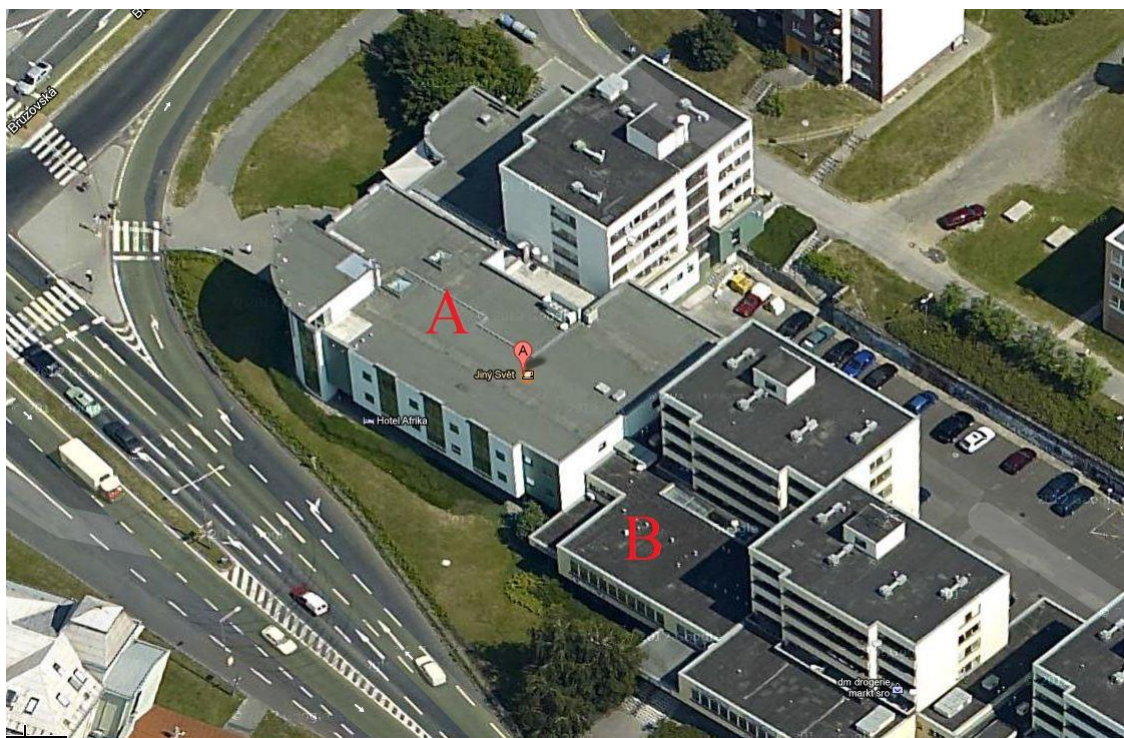
## 1.3 Popis budov

Stávající budovu ředitelství firmy můžeme nalézt ve Frýdku-Místku v ulici T. G. Masaryka 463.

Má 4 nadzemní podlaží. V 1. nadzemním podlaží se nachází nájemní prostory (banky, drogerie, prodejna potravin, atp.), ve 2. nadzemním podlaží nalezneme fit centrum a recepci hotelu. Ve 3. nadzemním podlaží pak najdeme ředitelství společnosti Inva, kde se nachází současná síť. V nejvyšším patře se nachází kancelář finančního ředitele firmy, kde jsou zbudovány pouze 2 dvouportové datové zásuvky vedoucí přímo z 3. nadzemního podlaží.

V této práci se budu věnovat především 3. nadzemnímu podlaží budovy, kde existuje současná síť a kterou si pro zjednodušení označím jako „budova A“, a 3. nadzemnímu podlaží přilehlé „budovy B“, kde dojde ke zbudování dalších kancelářských prostor a rozšíření současné sítě.

Většina prostor je používána převážně pro účely společnosti Inva, ale nachází se v ní i externí subjekty v pronájmu.



**Obr 2. : Ředitelství společnosti Inva group a.s. z ptačího pohledu**

Převzato z [maps.google.com](https://maps.google.com)

### **1.3.1 Popis místností - 3. nadzemní podlaží budovy A (existující síť)**

Vzhledem k „open-office“ charakteru kanceláří, je zde kromě vedení kabelů ve zdech v trubkách o průměru 23mm a v podhledech na přichytkách použito také vedení v trubkách (také 23mm) v podlaze se zakončením v datových zásuvkách na zemi. V celé současné síti jsou použity zásuvky v systému KEline se zakončením ve zdech, ve stolech nebo v zemi v podlahové krabici (dohromady s elektrickými zásuvkami).

Při popisu místností vycházím z původní dokumentace k síti (viz příloha č. 1), vytvořené v roce 2003 firmou Reelgate s.r.o., vypracovanou Miriam Žákovou.

V budově A popíšu pouze místnosti, které nás budou v návrhové části zajímat – povede jimi totiž kabel spojující původní a nový datový rozvaděč.

V budově A i B jsem převzal názvy (čísla) místností z interních označení společnosti.

Pro zjednodušení budu v popise místností využívat pojmu „zásuvka“ ve smyslu zkráceného označení pro datovou zásuvku osazenou dvěma porty (keystone moduly) s konektorem RJ45. Ve stejném smyslu budu jako „trubka“ označovat elektroinstalační trubku (tzv. „husí krk“).

### **Místnost 1**

Slouží jako místnost pro IT oddělení. Sídlí zde správce sítě. Nalezneme zde 4 zásuvky. Vedení kabelů je ve trubkách.

### **Místnost 18**

Technologická místnost. Právě zde je datový rozvaděč DR1. Dále je pro případné potřeby především IT technika instalována 1 zásuvka ve zdi.

## **1.3.2 Popisy místností - 3. nadzemní podlaží budovy B (nové kanceláře)**

### **Místnost 19**

Zde jsou projektovány kanceláře částečně v open-office charakteru s 8 pracovními stanicemi. 4 z nich se nachází u zdi a 4 v otevřeném prostoru. Bude proto nutné použít jiné řešení zásuvek, než jejich zabudování do zdi. Doporučuji stejně jako u původní sítě použít zásuvky v podlaze, které se zaměstnancům společnosti osvědčily (více až v návrhové části).

### **Místnost 20**

Stejný případ jako místnost 19 s tím rozdílem, že zde budeme moci nalézt pouze 2 pracovní stanice v otevřeném prostoru a naopak 7 z nich bude se zásuvkami instalovanými do zdi.

### **Místnost 21**

Chodba, na které bude instalována jedna zásuvka s plánovaným využitím pro IP kameru.



### **Místnost 22**

Kancelář manažerů. Menší uzavřená místnost projektovaná pro 2 pracovní stanice.

### **Místnost 23**

Telekomunikační místnost pro nové kanceláře. V návrhu rekonstrukce kanceláří je zahrnuta instalace klimatizační jednotky v této místnosti. Proto zde bude vhodné instalovat datový rozvaděč pro novou síť (více až v návrhové části).

### **Místnost 24**

Druhá část chodby. Stejně jako v případě místnosti 21 zde bude instalována jedna zásuvka.

### **Místnost 25**

Kancelář „navíc“ navrhnutá pro jednu pracovní stanici (se dvěma zásuvkami).

### **Místnost 26**

Chodba u kanceláří, která bude sloužit jako recepce. Nalezneme zde dvě zásuvky zakončené v podlaze.

## **1.4 Stav strukturované kabeláže**

Společnost má v budově instalovanou strukturovanou kabeláž kategorie 5, která byla vybudována v roce 2003. Je na ni poskytována záruční doba 15 let – je až do roku 2018 v záruce. Montáž celé kabeláže byla provedena firmou Reelgate s.r.o. Vzhledem k těmto skutečnostem tedy není důvod pro její rekonstrukci.

### **1.4.1 Kabelážní systém**

Kabeláž je navržena pomocí systému KELine od firmy Krugel Exim. Jedná se o ucelený kabelážní systém zahrnující veškeré pasivní prvky potřebné k efektivnímu vybudování kabelážních systémů. Systém byl instalován autorizovanou firmou a je na něj poskytována záruka 15 let, tj. až do roku 2018.

Po dokončení budování kabeláže bylo provedeno její měření dle platných nařízení pro instalaci strukturované kabeláže cat 5. Bylo provedeno certifikačním testerem Microtest Penta Scanner v rozmezí 0-100 MHz, který je pro takováto měření vzhledem ke své přesnosti vhodný. Měření probíhalo pomocí specializovaného tzv. Super Injektoru, který zajišťuje maximální přesnost při oboustranném měření kabelových spojení. Po zjištění všech parametrů byl vyhotoven vyhodnocující protokol s uvedením naměřených hodnot.

#### **1.4.2 Horizontální část**

V objektu společnosti Inva je v současné době zprovozněno celkem 118 portů v 59 zásuvkách s dvěma porty s konektory RJ45. Všechny vývody byly vybudovány najednou v roce 2003, jak je uvedeno výše.

Pro horizontální rozvody jsou použity čtyřpárové kabely UTP cat. 5, které můžeme pro současné potřeby firmy uznat za dostatečné, především kvůli kompatibilitě se standardem Gigabit Ethernetem. Kabely vedou od datového rozvaděče DR1 k jednotlivým distribučním zásuvkám (viz výkresová dokumentace v příloze č. 1). Na straně rozvaděče jsou kabelové rozvody zakončeny v pěti patch panelech 24x RJ45, které jsou osazeny moduly cat. 5. Na druhé straně jsou jako datové zásuvky použity zásuvky bílé barvy s instalací pod omítku do elektroinstalačních krabic KU68. V každé takové zásuvce jsou zakončeny dva UTP kabely pomocí modulů cat. 5 s konektory RJ45. V místnostech 3, 4, 5 a 6 je však 24 datových vývodů ukončeno v podlahových krabicích.

Kabelové trasy jsou realizovány po zdi na příchýtkách a k zásuvkám jsou svedeny v trubkách ve zdi nebo v podlaze.

Způsob uložení kabelů, rozmístění jednotlivých zásuvek a počet vývodu v jednotlivých distribučních zásuvkách můžeme rovněž nalézt v příloze č. 1 ve výkresové dokumentaci.

### 1.4.3 Datový rozvaděč DR1

V budově je instalován jediný stojanový datový rozvaděč 19“ o hloubce 600mm a montážní výšce 42U. Je umístěn v technologické místnosti č. 18 ve 3. nadzemním podlaží budovy. V rozvaděči je umístěn jak stávající hardware (např. aktivní prvky), tak výše zmíněné patch panely pro ukončení datových rozvodů a vyvazovací panely. Více v příloze č. 1 ve výkresové dokumentaci.

### 1.4.4 Aktivní prvky

Současná síť používá třikrát 24portový Switch od firmy 3com - model 4400 SE, sloužící pro připojení PC a VoIP telefonů s rychlostí portů 100 Mbit/s a 1Gbit/s downlinkem. Dále je použit jeden 16portový Switch 3com 3CRBSG2093 využívaný pro propojení serverů mezi sebou a k propojení s ostatními switchi. Součástí rozvaděče je rovněž telefonní ústředna 2N Netstar.

### 1.4.5 Servery

Jako další součást analýzy popíšu servery, které společnost Inva ke svým aktivitám v současné době používá, především vzhledem k tomu, že budou použity i pro potřeby nové sítě. Je však pravděpodobné, že společnost v budoucnosti přistoupí k nákupu nových serverů pro novou síť, především kvůli oddělenosti budov a ne zrovna snadnému přístupu k serverům z budovy B.

Aktuálně používá společnost 6 serverových počítačů:

Doménový server 1: PowerEdge R310, Intel Xeon X3440 2,53 GHz, 4 GB RAM, 2x 500 GB HDD

Doménový server 2: PowerEdge 2800, Intel Xeon 3 GHz, 2 GB RAM, 2x 70 GB HDD

Databázový server: Intel Xeon E5540 2,53 GHz, 16 GB RAM, 8x146 GB HDD

Aplikační server 1: Intel Xeon X3363 2,83 GHz, 4 GB RAM, 2x 250GB HDD

Aplikační server 2: PowerEdge 2800, Intel Xeon 3 GHz, 2 GB RAM, 2x 70 GB HDD

Poštovní server: Intel Pentium D915, 1 GB RAM, 2x 160GB HDD

Jako OS jsou použita Windows Server 2003 a 2008, na poštovním serveru Linux. Dále na serverech běží informační systém ESO9 a Microsoft Active Directory.

#### **1.4.6 Připojení k internetu**

K připojení k síti Internet používá společnost garantované připojení od firmy O2 s přístupovou technologií xDSL a to konkrétně tarif O2 Internet Business 8 Mbit/s. V současné době je tato rychlost pro firemní potřeby dostačující, avšak do budoucna, nejen vzhledem k rozšíření sítě, je zvažována rychlost větší.

#### **1.5 Požadavky investora**

Společnost Inva group a.s. jako investor požaduje navrhnout rozšíření strukturované kabeláže k novým kancelářským prostorám, které se nacházejí ve vedlejší přílehlé budově. Investor má k realizaci projektu následující požadavky:

- zbudovat v budově B ve 3.NP nový datový rozvaděč a propojit ho se současným rozvaděčem DR1
- navrhnout dostatečný počet datových zásuvek aby nebylo nutné využívat v nových kancelářích nepříliš vhodných provizorních řešení, jako je používání switchů v kancelářích, atp.
- zahrnout do návrhu i zásuvky na chodbách, atp. – v případě instalace např. kamerového systému nebo společných síťových tiskáren
- sjednocený design zásuvek zapadající do zbytku budovy
- použitá technologie musí být kompatibilní se současnou sítí, ale zároveň musí být její životnost alespoň 15 let a to jak z pohledu fyzického, tak i morálního (technologického) zastarání, především vzhledem k faktu, že v budoucnu zcela jistě dojde k nárůstu objemu přenášených dat, avšak i kvůli prostému faktu, že společnost neví, k čemu přesně budou nové kancelářské prostory určeny a jak budou činnosti v nich prováděné datově náročné

## 1.6 Shrnutí analytické části

V první, analytické kapitole jsem nastínil základní údaje o společnosti Inva group a.s.

Dále jsem zhodnotil současný stav sítě a shledal ho jako vyhovující jak po funkční, tak estetické stránce. Je vidět, že instalaci prováděla certifikovaná firma se zkušenostmi v oboru. Současná síť je vhodná k rozšíření a zároveň není nutné provádět její rekonstrukci.

Společnost Inva však v době instalace sítě v budově A nepočítala s rozmachem IT technologií a zvyšující se důležitostí internetových služeb, a proto není současná síť po budovách dostatečně rozšířena. Úkolem praktické části tedy bude současnou počítačovou síť rozšířit do nově zbudovaných kanceláří.

Informace získané v této kapitole budou napomáhat k navržení postupu návrhu tras kabeláže, rozmístění datových zásuvek, zbudování nového datového rozvaděče spolu s osazením patch panelů a podobně.

## **2 Teoretická východiska**

V teoretické části se zaměřím na nalezení a vysvětlení pojmů a skutečností, které je nezbytné znát pro správné pochopení této práce. Dále pak popíšu základní teoretické znalosti z oblasti počítačových sítí a strukturované kabeláže.

### **2.1 Referenční model ISO/OSI**

Tento nejčastěji používaný obecný model, definující vzájemnou komunikaci mezi počítači, byl schválen mezinárodní organizací ISO (International Standards Organization) v roce 1983. Popisuje síťovou komunikaci pomocí celkem sedmi vrstev, přičemž čtyři odspodu jsou zaměřeny na samotný přenos dat a tři odshora jsou orientovány aplikačně. Vzhledem k charakteristice této práce se zaměřím především na fyzickou, tedy tu nejnižší vrstvu a popíšu ji podrobněji (2).

Z hierarchického hlediska každá vyšší vrstva využívá služeb nižší vrstvy a poskytuje své služby vyšší vrstvě – obojí pouze mezi sousedními vrstvami modelu. Vrstvy mezi sebou komunikují vertikálně (nižší s vyšší), dochází-li ke komunikaci mezi vrstvami stejné úrovně u dvou oddělených síťových zařízení, mluvíme o komunikaci horizontální. Tato komunikace je však pouze logická (2).

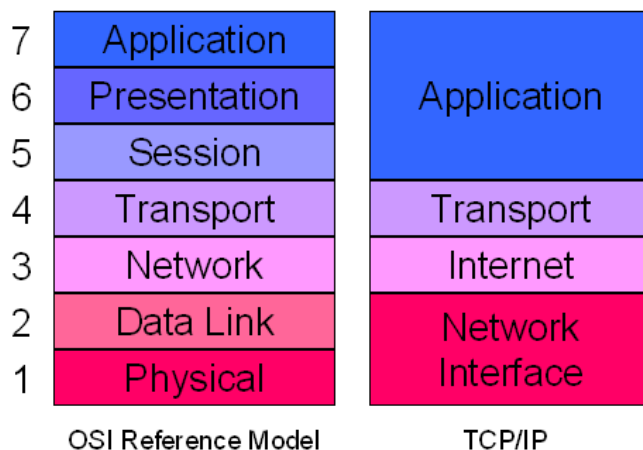
#### **2.1.1 Fyzická vrstva modelu ISO/OSI**

Nejnižší vrstvou modelu ISO/OSI je právě fyzická vrstva, která má za úkol zprostředkovat a udržet fyzické spojení mezi komunikujícími zařízeními. Zprostředkovává (aktivuje, udržuje v aktivním stavu a deaktivuje) přenos dat ve formě bitů, které nemají vlastní adresaci, přičemž je předává ve stejném pořadí, v jakém přicházely. Mezi nejpoužívanější média na fyzické vrstvě patří metalické kabely, optická vlákna a rádiové vlny (1),(3).

### **2.2 Architektura TCP/IP**

Základním rozdílem mezi ISO/OSI a TCP/IP je dán faktem, že architektura TCP/IP se používá ve skutečných produktech a technologiích a je na ní založena skupina dominantních standardů. Model OSI zůstává spíše teoretickou pomůckou k pochopení síťové komunikace (4).

TCP/IP, neboli Transmission Control Protocol/Internet Protocol počítá pouze se čtyřmi vrstvami. Nejnižší vrstvu modelu tvoří vrstva síťového rozhraní (Network Interface), která zodpovídá za vše, co má co dočinění s ovládáním konkrétní přenosové cesty (resp. sítě) a s vysíláním a příjmem datových paketů. Dále však TCP/IP tuto vrstvu nespécifikuje, protože je závislá na použité přenosové technologii - mezi nejpoužívanější patří Ethernet. Z hlediska formátu přenosu používá tři různé protokoly – TCP, UDP a IP (4),(18).



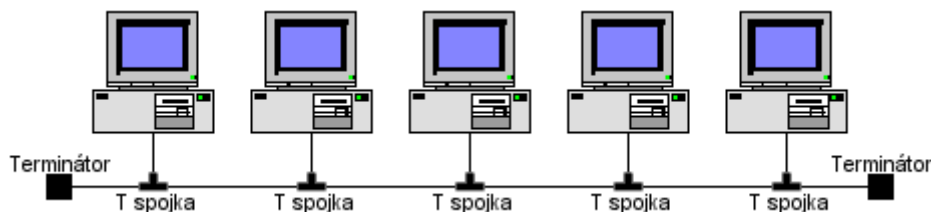
Obr 3. : Srovnání vrstev TCP/IP a ISO OSI (18)

## 2.3 Topologie počítačových sítí

Topologii sítě chápeme jako logickou strukturu či rozložení prvků a způsob, jakým jsou propojeny. Rozlišujeme základní tři druhy. V praxi je často používána jejich kombinace, která se snaží eliminovat nevýhody a naopak zkombinovat výhody jednotlivých topologií.

### 2.3.1 Sběrnice (linear bus)

– skládá se z hlavního vedení kabelů (sběrnice) s terminátorem na každém konci (5),(6).



Obr 4. : Sběrnicová topologie (6).

**Výhody:**

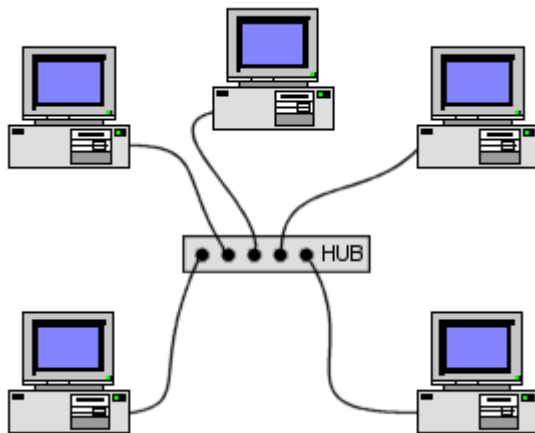
- snadné připojení dalšího zařízení do sítě
- vyžaduje méně kabelů (5)

**Nevýhody:**

- porušení jednoho kabelu znamená nefunkčnost celé sítě a je obtížné identifikovat, kde problém nastal
- pomalá při velkém počtu připojených zařízení (5)

**2.3.2 Hvězda (star)**

Ve hvězdicové topologii je každé zařízení připojeno přímo k centrálnímu prvku sítě. Jedná se o nejpoužívanější topologii.(5)



**Obr 5. : Hvězdicová topologie (6).**

**Výhody:**

- výpadek jedné stanice neznamena nefunkčnost celé sítě
- poměrně jednoduchá instalace
- je jednoduché identifikovat, kde se nachází problém

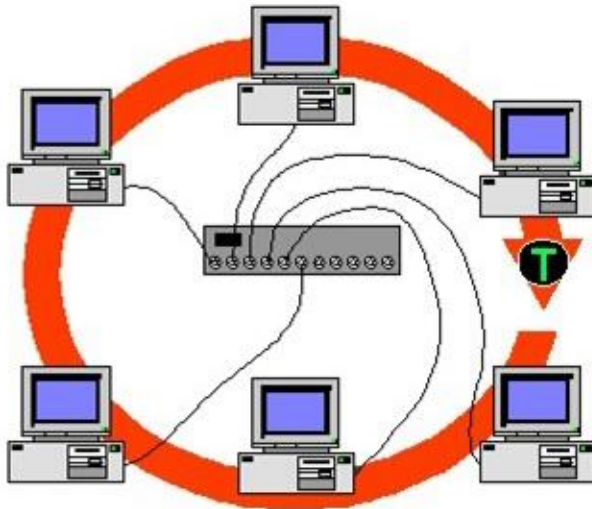
**Nevýhody:**

- požaduje mnohem více kabelů
- pokud centrální síťový prvek selže, připojená zařízení nebudou fungovat
- dražší řešení než sběrníková topologie (kvůli aktivním prvkům) (5)



### 2.3.3 Kruh (ring)

Jako kruhová topologie označujeme takové zapojení, kdy je jeden uzel připojen k dalším tak, že spolu vytvoří kruh. (6)



Obr 6. : Kruhová topologie (6).

#### Výhody:

- Jednoduchý přenos dat (packety se posílají jedním směrem)
- Nevznikají kolize
- Menší náklady než u hvězdicové topologie (6)

#### Nevýhody:

- méně efektivní (data musí projít přes mnoho uzlů, než se dostanou k cíli)
- při přerušení kruhu nastává problém (6)

## 2.4 Přenosová média

Přenosové prostředí můžeme rozdělit na dvě základní kategorie – kabelové (metalická a optická kabeláž) a bezdrátové (rádiové vlny). (4)

### 2.4.1 Metalické kabely

Přenosovým médiem je **elektrický proud**. Pro návrh dnešních počítačových sítí se používají kroucené páry – obvykle tvořené osmi vodiči, resp. čtyřmi páry vodičů. Kroucení slouží k minimalizaci vzájemného rušení vodičů (1).

## Konstrukce metalických párových kabelů

**UTP (Unshielded Twisted Pair)** – nestíněný, vhodný všude, kde nedochází k rušení z okolí (je nejlevnější a nejjednodušší na instalaci) (4)

**Stíněné párové kabely** – mají lepší odolnost proti rušení a přeslechům, avšak nastává zde problém se zemněním stínění. Největším problémem stíněných kabelů je negativní vliv na podélnou stabilitu impedance páru a také vyšší náklady jak na instalaci, tak na samotné pořízení kabeláže. Druhy stíněných párových kabelů:

STP (Shielded Twisted Pair) – stíněný opletením (nelze docílit 100% stínění)

FTP (Foil Shielded Twisted Pair) – stíněný fólií (100% stínění)

ISTP (Individually Shielded Twisted Pair) – individuálně stíněné páry (2),(4)



Obr 7. : Kabel ISTP s individuálně stíněnými páry od výrobce Belden (12)

### 2.4.2 Optická kabeláž

Optické kabely využívají jako přenosové médium **světlo**, přesněji světelné impulsy ve světlovodných vláknech. Mezi výhody lze zařadit odolnost vůči elektromagnetickému rušení okolí, rovněž kabely ani žádné nevyzařují. Díky tomu lze optickou kabeláž, na rozdíl od metalické, použít i pro přenos na velmi dlouhé vzdálenosti (až stovky kilometrů). V sítích LAN je optická kabeláž využívána nejčastěji pro páteřní vedení. (7)

Samotný kabel se skládá z vláken z čirého skleněného nebo plastového jádra, obklopeného skleněnou odrazovou vrstvou mající jiný index lomu, než samotné jádro. Vlákna jsou potažena primární ochranou - speciální lakem, sloužící jako ochrana proti vlhkosti a chemickým vlivům prostředí a sekundární ochrana (volnou nebo těsnou), sloužící k zvýšení pevnosti. Z těchto vláken se, spolu s případným přidáním dalších zpevňovacích prvků a pláště, stává optický kabel. Každý konec kabelu je vybaven převodníkem, který převede světelné paprsky na elektrické impulsy a naopak (7),(9).

Rozlišujeme **dva základní typy optických vláken:**

singlemode (jednovidové) – mají průměr jádra 8 až 9  $\mu\text{m}$  a průměr odrazivé vrstvy 100  $\mu\text{m}$ . Používají se především v telekomunikacích a narůstá jejich využívání v oblastech vysokorychlostních a dálkových datových sítí (2).

multimode (mnohavidové) – dělíme podle principu přenosu paprsku vláknem na step index (již se nepoužívá) a gradient – s průměrem jádra 50 nebo 62,5  $\mu\text{m}$  a průměrem odrazové vrstvy 100  $\mu\text{m}$  (2).

### **Vybrané typy optických kabelů**

Simplex – jedno vlákno s těsnou sekundární ochranou, určen pro vnitřní použití

INTEX – 2 až 24 vláken s těsnou sekundární ochranou, určen pro vnitřní i vnější použití

MFPT – vlákna s volnou sekundární ochranou, uložené v trubičce s gelem

Při pokládání optických kabelů je nutné nepřekročit minimální poloměr ohybu (maximální zakřivení). Při překročení tohoto tzv. „kritického úhlu“ se světlo neodrazí, ale pouze projde do odrazové vrstvy (4).

Pro optické kabely existuje velké množství konektorů. Patří mezi ně například LC, ST nebo SC (9).



**Obr 8. : Konektory optických kabelů. Upraveno dle (16).**

### 2.4.3 Bezdrátové sítě

Zmiňujeme-li přenosová média, nesmíme zapomenout také na bezdrátový přenos dat, který je především u domácích uživatelů čím dál využívanější. K bezdrátovému přenosu se nejčastěji používají elektromagnetické vlny. Rovněž zde však lze zařadit optický přenos dat, s vlnovou délkou nejčastěji spadající do infračerveného spektra. Velkou nevýhodou optických bezdrátových sítí je však podmínka přímé viditelnosti (4),(10).

## 2.5 Ethernet

V současnosti nejvyužívanější síťová technologie na úrovni fyzické a síťové vrstvy. Využívá kontrolní protokol CSMA/CD k potlačení kolizí. Její výhodou je možnost používat různé topologie a typy kabeláže. V současné době existují 4 standardizované verze Ethernetu: (7)

- Ethernet (10 Mbit/s)
  - Starší, kvůli nízké rychlosti již téměř nevyužívaná
- Fast Ethernet (100 Mbit/s)
  - Využíván především v domácnostech
- Gigabit Ethernet (1 Gbit/s)
  - Zaváděn u nových sítí.
- 10Gigabit Ethernet (10 Gbit/s)
  - Využíván především v páteřním vedení.

## 2.6 Kabelážní systém

*„Strukturovaná kabeláž je hierarchický systém kabelů, který slouží k rozvedení konektivity od centrálního bodu přes pomocná spojovací místa až k jednotlivým pracovním stanicím.“*(9, s.26) .

### 2.6.1 Legislativa strukturovaných kabeláží

Pro správný návrh strukturované kabeláže je nutné znát příslušné normy a standardy a dodržovat pravidla jimi určená (2). Mezi základní české normy pro strukturovanou kabeláž patří:

### **ČSN EN 50173.** Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy

Aktuální znění normy pochází z roku 2008. Je rozdělena na 5 částí – všeobecné požadavky, kancelářské prostory, průmyslové prostory, obytné prostory, datová centra (19).

### **ČSN EN 50174.** Informační technika – Instalace kabelových rozvodů

Tato norma je složena ze tří částí – specifikace a zabezpečení kvality, plánování, instalace a postupy instalace v budovách, projektová příprava a výstavba vně budov. Vychází z evropské EN 50174 (20),(21).

### **ČSN EN 50288.** Víceprvkové metalické kabely pro analogovou a digitální komunikaci a řízení

Část 2-1 a 2-2 této normy zahrnuje dílčí specifikaci stíněných kabelů do 100MHz, které jsou používány v horizontální a páteřní sekci (2-1) a v pracovní sekci (2-2). (11).

### **TIA-568-C**

Tento standard popisuje kabeláž, na které se mohou provozovat různé typy sítí a dalších telekomunikačních služeb. Poslední verze je v době psaní této práce revize C rozdělena na čtyři části (C.0, C.1, C.2 a C.3), které se zabývají obecnými nároky na kabeláž, jejím návrhem a součástkami pro krocené páry a optické kabely (9).

## **2.7 Sekce strukturované kabeláže**

Rozeznáváme tři různé sekce strukturované kabeláže. Pro každou tuto sekci najdeme rozdílná pravidla, doporučení a normy, které je nutné dodržovat při návrhu i instalaci (9).

### **2.7.1 Páteřní sekce**

Páteřní sekce (někdy označována jako vertikální rozvody) má topologii hierarchické hvězdy s možností doplnění dalších (volitelných) kabelů i uzlů. Označují se tak všechny rozvody mezi síťovými místnostmi. Vedou v rámci jedné budovy i mezi budovami jednoho areálu (2),(9).

### 2.7.2 Horizontální sekce

Horizontální sekce nebo také horizontální rozvody strukturované kabeláže tvoří kabely, které vedou od zásuvky na pracovišti až do zakončení v patch panelech. Do horizontálních rozvodů se můžou zařadit patch panely, ranžirovací dráty a zářezový blok, nepatří zde však již aktivní prvky jako směřovače, rozbočovače nebo síťové karty. Maximální délka kabeláže v této lince je 90 m (9).

### 2.7.3 Pracovní sekce

Zahrnuje připojovací kabely od portu datových zásuvek ke koncovým uzlům sítě (počítače, telefony, atd.) a přepojovací kabely od portů v rozvaděčích k aktivním prvkům sítě. Je nutné dodržovat maximální délku kanálu – tedy 100m (více ke kanálu níže). Délka této části by tedy neměla přesáhnout 10m v obou částech (2).

*Metallické pracovní připojovací a přepojovací kabely musí být zhotoveny z pružného kabelu s vodičem typu lanko (2, s. 19).*

V souvislosti s kabeláží nesmíme zapomenout na **důležité pojmy**, které s ní souvisí:

**Linka (Link)** – přenosová cesta mezi dvěma libovolnými rozhraními, nezahrnuje však připojovací (patch) kabely. Maximální délka je 90m (4).

**Kanál (Channel)** – přenosová cesta spojující dvě libovolná zařízení. Kanál je linka plus připojovací kabely zařízení a pracoviště. Maximální délka je 90+10 m, dohromady tedy 100m (4).

**Třída (Class)** – klasifikace kanálu. Rozlišujeme pomocí frekvence v MHz pro metalické kabely a pro optické kabely v měrném útlumu (dB/km) (4).

**Kategorie (Category)** – klasifikace materiálu pro linku a kanál. Rozlišovacím kritériem je rovněž kmitočet (MHz) a měrný útlum (dB/km) (4).

**Telekomunikační místnost (Telecommunication Closet – TC)** – místnost, kde nalezneme rozvaděče kabeláže. Měla by splňovat určité požadavky jako

- dostatečný prostor, uzemnění a dostatečně dimenzované napájení
- ochrana zařízení proti přepětí a výpadku AC napájení (např. pomocí UPS)

- omezení teplotních vlivů na zařízení pomocí vytápění, ventilace a klimatizace, které by měly být nezávislé na budově
- antistatická podlaha a dostatečné osvětlení
- zabezpečení proti neoprávněnému přístupu do místnosti
- protipožární zabezpečení (automatické)
- ochrana proti povětrnostním a jiným vlivům (jako je zatečení, atd.) (2)

**Tab. 1: Vztah mezi třídou a kategorií (17)**

| třída | kategorie | šířka pásma | použití              | max. vzdálenost |
|-------|-----------|-------------|----------------------|-----------------|
| A     | 1         | do 100 kHz  | analogový telefon    |                 |
| B     | 2         | do 1 MHz    | ISDN                 |                 |
| C     | 3         | do 16 MHz   | Ethernet (10 Mbit/s) |                 |
|       | 4         | do 20 MHz   | Token Ring           |                 |
| D     | 5         | do 100 MHz  | FE, GE, ATM155       | 100 m           |
| E     | 6         | do 250 MHz  | ATM1200, 10GE        | 55 m            |
|       | 6A        | do 500 MHz  | 10GE                 | 100 m           |
| F     | 7         | do 600 MHz  | 10GE                 | 50 m            |
|       | 7A        | do 1000 MHz | 40GE                 | 15 m            |

## 2.8 Prvky kabelážního systému

### 2.8.1 Spojovací prvky

Zde patří hlavně propojovací (patch) panely a zásuvky, sloužící k ukončení kabelů (4).

#### Zakončování metalických kabelů

Metalické kabely mají dva druhy zakončení podle určení. Je jím zásuvka (jack) a konektor (plug). Využívají se konektory RJ45. (4).

#### Zakončování optických kabelů

Optické kabely s těsnou sekundární ochranou můžeme přímo konektorovat, ale na trasy delší než 2-3km a na venkovní použití nejsou vhodné. Volná sekundární ochrana toto umožňuje, avšak tyto kabely je nutné při konektorování svařit. Navíc nejsou vhodné pro použití ve stupáčkách, kde z nich může vytékat obsažený gel (2).

## **Přepojovací (patch) panely**

Jsou základním prvkem datového rozvaděče. Primárně slouží k zakončení kabelů horizontální sekce, dále pak k propojení přípojkových kabelů a síťových zařízení v síťové místnosti. Každá zdiřka na patch panelu odpovídá jedné zdiřce na koncové zásuvce (9).

## **Datové zásuvky**

Slouží k zakončení kabelů horizontální sekce na „druhé straně“ od patch panelů. Z datových zásuvek pak pomocí patch kabelů připojujeme koncová (uživatelská) zařízení (9).

## **Modulární versus integrovaná konstrukce**

Patch panely a datové zásuvky mohou mít konfiguraci s pevně daným počtem portů, ale existují také jako modulární panely s možností osadit je libovolnou konfigurací různých modulů (např. společné osazení RJ-45 modulů pro potřeby sítě a RJ-12 pro telefon). Nejčastěji používaným modulárním systémem pro patch panely a datové zásuvky je formát AMP Keystone Jack (4), (22).

### **2.8.2 Organizační prvky**

Do prvků organizace zahrnujeme rozvaděče a jejich příslušenství (např. větrání, osvětlení, rozvody AC napájení nebo také organizéry kabeláže, sloužící k uspořádání kabelů v rozvaděči) (2).

## **Datový rozvaděč**

*„Zařízení skříňové nebo rámové, ve kterém jsou umístěny propojovací kabely (patch-panel) se zásuvkami zakončujícími kabely a aktivní prvky.“* (4, s. 21) Tvoří ho dva svislé nosníky s řadami montážních otvorů. Jednotkou velikosti ve svislém směru je 1U (Unit-jednotka), která měří 44,45 mm. Ve vodorovném směru je velikost v palcích (nejčastěji 19“) (9).



Rozvaděče dále dělíme na otevřené rámy a uzavřené skříně (obojí pak ještě rozdělujeme na stojanové a nástěnné). Pokud je pro umístění rozvaděče vyčleněna místnost, je výhodnější nejen z důvodu lepšího přístupu, ale i z důvodu snadnějšího chlazení vhodnější použít jako rozvaděč otevřený rám. V místech, kde toto z různých důvodů není možné, se používají skříňové rozvaděče (2).



Obr 9. : Nástěnný skříňový datový rozvaděč (13)



Obr 10. : Otevřený rám NetFrame (2)

### Organizéry kabeláže

Bez dalšího významného prvku – organizérů kabeláže by vznikla v datovém rozvaděči změť různě propletených propojovacích kabelů, což by výrazně zkomplikovalo operativní správu systému (2).

Existují dvě základní konstrukce:

uzavřená (hřebenová)



Obr 11. : Uzavřený organizér kabeláže WMPSE od firmy Panduit (15)

otevřená (D-ring) (2)



**Obr 12. : Otevřený D-ring organizér kabeláže (2)**

### **2.8.3 Prvky značení**

Dle normy EIA/TIA 606 musí být označeny minimálně všechny:

- kabely na obou koncích
- kabelové svazky v místě vzniku, větvení a křížení
- datové rozvaděče, případně bloky rozvaděčů
- optické 19“ rozvaděče umístěné do datových rozvaděčů
- samostatné jednoúčelové telekomunikační i optické rozvaděče
- místnosti pro rozvaděče
- patch panely v rozvaděčích a jejich jednotlivé porty
- datové zásuvky a jejich jednotlivé porty
- speciální propojovací a připojovací kabely
- konsolidační body a jejich porty (2)

Doporučeno je do systému identifikace zahrnout také aktivní prvky (včetně jejich portů), servery a další zařízení jako IP kamery atp. (2).

#### **2.8.4 Prvky vedení**

Slouží k bezpečnému uložení kabelů. V současné době jsou hlavním kritériem kromě samotných možností budovy a důrazu na životnost kabeláže také estetické požadavky zákazníka, který si přeje, aby kabeláž zůstala co nejlépe skrytá (14).

Mezi prvky vedení kabeláže patří

**Vedení kabelů ve stavební konstrukci** – používáno tam, kde je dáván důraz na estetickou stránku (14).

- Vedení v podhledech
- Vedení kabelů pod omítkou
- Vedení ve zdvojených podlahách
- Vedení sádrokartonovými příčkami (14)

#### **Uložení na povrchu**

Vedení kabeláže na povrchu se používá naopak tam, kde se na estetiku příliš nehledí. Výhodou je možnost montáže až po dokončení stavby a také snadné úpravy kabeláže během používání objektu. Existuje zde řada možností, například vedení pomocí lišt, kabelových žlabů nebo pevných trubek (14).

### **3 Návrh řešení**

V této kapitole navážu na získané teoretické znalosti a vypracuji i s ohledem na současné řešení, popsané v analytické části, vlastní návrh řešení sítě pro nové kanceláře v budově B společnosti Inva group a.s..

Mým hlavním úkolem bude dbát na požadavky investora a zároveň splnit všechny požadavky příslušných norem.

#### **3.1 Technologie přenosu**

Vzhledem k požadavkům investora a neodvratnému zvyšování nároků na přenosovou kapacitu zvolím technologii Gigabit Ethernet (GE), umožňující dosažení rychlosti až 1 Gbit/s. Tato rychlost je pro datové nároky zaměstnanců v současné době dostatečná s velkou rezervou a s největší pravděpodobností bude alespoň dostačující i v následujících patnácti letech.

#### **3.2 Návrh počtu a umístění datových zásuvek**

Ve spolupráci se zadavatelem jsem vyčíslil počet instalovaných datových zásuvek na 47. Vzhledem k osazení dvou portů na zásuvku činí celkový počet portů 94. Při určování počtu zásuvek jsem dbal kromě požadavků zadavatele (4 porty na jednu osobu) také na normy, především hygienické požadavky normy ČSN 735 305. V případě, že je osazena pouze jedna datová zásuvka, jedná se o porty pro připojení síťových tiskáren, popř. IP kamer a podobných síťových zařízení, která nejsou přímou součástí pracoviště zaměstnance. Počty zásuvek a portů v jednotlivých místnostech nalezneme v následující tabulce:

**Tab. 2: Vyčíslení počtu datových zásuvek**

**Zdroj: Vlastní zpracování**

| Místnost | počet zásuvek | počet portů |
|----------|---------------|-------------|
| 19       | 17            | 34          |
| 20       | 18            | 36          |
| 21       | 1             | 2           |
| 22       | 5             | 10          |
| 23       | 1             | 2           |
| 24       | 1             | 2           |
| 25       | 2             | 4           |
| 26       | 2             | 4           |
| celkem   | 47            | 94          |

Schéma rozmístění zásuvek pak nalezneme v příloze č. 6.

### **3.3 Komponenty sítě**

#### **3.3.1 Kabely páteřní sekce**

Ke spojení rozvaděčů DR1 a DR2 bude použito optické kabeláže, konkrétně optického kabelu od firmy Belden – 8x 50/125 LSZH INTEX. Zvolil jsem kabel s těsnou sekundární ochranou, protože kabel bude částečně veden vertikálně (i když se obě budovy nachází ve stejném patře).

#### **Konektory**

Pro optickou kabeláž jsem vybral LC konektory společnosti Belden. Jsou určeny pro konektorování přímo (na kabel), optickou kabeláž s těsnou sekundární ochranou není potřeba svařovat.

#### **3.3.2 Kabely horizontální sekce**

Pro linku použiji kabeláž kategorie 5, která je pro potřeby Gigabit Ethernetu dostatečná a zároveň finančně výhodná. V budově se nepředpokládá rušení a je možné využít nestíněnou kabeláž, což opět sníží náklady a nároky na rozšíření kabeláže.

Použiji UTP kabely od renomované společnosti Belden, konkrétně typ 1700NH DataTwist 350 (kroucený pár typu drát, AWG24, šedý, certifikovaný do 350 MHz, průměr 5mm).

Na rozdíl od typu 1583ENH mají tyto kabely lepené páry pro vyšší přesnost kroucení a zajištění správné vzdálenosti mezi vodiči páru.

### 3.3.3 Propojovací (patch) kabely

Jako propojovací kabely budou použity rovněž nestíněné kroucené páry kategorie 5, tentokrát typu lanko. Vybral jsem UTP kabely od společnosti Belden.

Použity budou kabely různých délek a pro zvýšení přehlednosti doporučuji zakoupit kabely v různých barvách, ne jen v šedé. Výhoda v podobě výrazně vyšší přehlednosti převáží jejich mírně vyšší pořizovací náklady. Doporučuji následující barevné schéma:

- Šedý kabel – propojení zásuvek a koncových uzlů
- Červený kabel – propojení patch panelů a switchů
- Modrý kabel – propojení serverů

### 3.3.4 Datové zásuvky

Zakončení kabelů do datových zásuvek bude provedeno do zdi a do podlahových krabic. Pro zachování celistvosti sítě budou použity modulární zásuvky od společnosti ABB, model Tango. V kombinaci s ní navrhuji použít keystone jack cat. 5 společnosti Belden (IBDN).

Datové zásuvky instalované do zdi budou instalovány na přístrojové krabice KP-68 od společnosti KOPOS. Pro zásuvky instalované do „země“ navrhuji použít podlahové krabice KOPOBOX 57 rovněž od společnosti KOPOS.

### 3.3.5 Datový rozvaděč a jeho komponenty

Datový rozvaděč DR2 bude umístěn v technické místnosti č. 23 v blízkosti hlavní kancelářské místnosti. Vzhledem k faktu, že místnost č. 23 je vyhrazena jako technologická místnost a je dostatečně zabezpečena, zvolil jsem kvůli lepšímu odvětrávání rozvaděč typu otevřený rám. V místnosti bude také zřízena klimatizační jednotka, není tedy nutné řešit chlazení uvnitř rozvaděče.

Vybral jsem jednodílný rozvaděč od společnosti Triton s označením RSX-27-XS6-CXX-A3 o velikosti 27U. Pro dostatečnou velikost místnosti budou případné servery umístěné mimo samotný datový rozvaděč. Při osazení 94 portů je třeba osadit

alespoň čtyři 24-portové 1U patch-panely, celkově 4U. K tomu je však třeba připočíst aktivní prvky, vyvazovací panel, optickou vanu, UPS a určitou rezervu. Výběr aktivních prvků není v této práci řešen, v návrhu osazení rozvaděče je však nutné na ně nezapomenout. Předpokládá se s použitím 24 portových switchů o velikosti 1U.

Schéma zapojení rozvaděče nalezneme v příloze č.2.

### **Patch panely**

Patch panely navrhuji použít stejně jako datové zásuvky v modulární konstrukci. Vybral jsem 24portový patch panel od společnosti Belden o montážní velikosti 1U, kde lze použít stejný keystone jack moduly jako u datových zásuvek (Belden IBDN). Tyto patch panely jsou určeny do rozvaděče o velikosti 19“.

### **Optická vana**

Vybral jsem optickou vanu s výsuvnou policí od společnosti Belden, velikost 1U.

### **UPS**

Nezbytnou součástí rozvaděče je také záložní zdroj energie. Vybral jsem dostatečně dimenzovaný zdroj renomované společnosti EATON určený do 19“ skříně o velikosti 2U a kapacitou 1500 VA. V případě potřeby k němu lze připojit externí bateriové packy, které ještě navýší dobu výdrže při výpadku elektrického proudu.

### **Organizéry kabeláže**

Navrhuji využít vyvazovacích panelů o velikosti 1U od společnosti Triton, model RAB-VP-X02-A1.

#### **3.3.6 Prvky vedení kabeláže**

Cílem při výběru prvků pro vedení kabeláže je především jejich dlouhá životnost, vhodnost pro danou místnost a budovu, také však i jednoduchost instalace samotných prvků, tak i kabelů v nich obsažených.

### **Elektroinstalační trubky (chráničky)**

Z pohledů do datových zásuvek bude (metalická) kabeláž vedena v elektroinstalačních trubkách. Zvolil jsem ohebné trubky se střední mechanickou odolností od firmy Kopus, model Super Monoflex. Tyto trubky jsou vhodné jak do zdí, tak i do příček nebo do betonu. Navíc obsahují protahovací drát usnadňující zavedení kabelů. Existuje mnoho variant vnitřního průměru těchto trubek v rozmezí 10,7mm až 41,2 mm (vnější průměr 16 až 50 mm). Osobně v návrhu použiji trubky s vnitřním průměrem 31 mm.



**Obr 13.: Kopus Super Monoflex (23)**

### **Trubka pro vedení optické kabeláže**

Pro lepší chránění optického kabelu navrhuji pořídit od společnosti KOPOS jednoplášťovou trubku pro optické kabely HDPE s vnitřním průměrem 35mm s typovým označením 06040 AS.

## **3.4 Kabelové trasy**

Vzhledem k tomu, že v části budovy, kde bude instalováno rozšíření sítě, bude prováděna kompletní rekonstrukce, není třeba se příliš ohlížet na současný stav. Můžeme proto zvolit řešení bez kompromisů. K vedením kabeláže budou zpravidla použity podhledy, ze kterých budou kabely svedeny elektroinstalační trubkou k zásuvkám. V případě zakončení kabelů v podlahových krabicích budou vedeny kabely v podlaze také v trubkách.

Grafické zpracování vedení tras nalezneme v příloze č. 6. Délka trasy (s rezervou) nikdy nepřesáhla normovanou maximální délku linky (90m).

Trasy jsem rozdělil z pohledu od datového rozvaděče k hlavním místnostem (19 a 20) na „levou“ a „pravou“ podle směru vedení kabeláže od DR2. Třetí trasa je spojení datových rozvaděčů DR1 a DR2.



### **Trasa 1 „levá“**

Z datového rozvaděče 2 vede trasa nejprve podhledem severně k rohu místnosti 23, poté doprava, kde sestoupí trubkou k jediné zásuvce v místnosti 23, dále pak pokračuje podhledem východně až ke zdem chodby č. 21, kde se rozdvojí a to jižním a severním směrem. Severním směrem vede trasa podél zdi až k místnosti 25, v místnosti 24 je svedena trubkou do zásuvky 45. Pokračuje východním směrem do místnosti 25, kde je svedena do zásuvek 46 a 47. Jižním směrem jsou těsně za odbočením svedeny kabely trubkou do zásuvky 38. Dále trasa vede podhledem až ke kraji místnosti 20, kde je svedena opět do východního směru a (opět podhledem) vede až ke kraji místnosti 19. V místnosti 20 sestoupí k zásuvkám 20, 21, 24 a 25, kde jsou zásuvky instalovány do zdi a k zásuvkám 22 a 23, ke kterým vede kabeláž jižním směrem v podlaze rovnoběžně se zásuvkami 20-1 a 20-2.

V místnosti 19 je pak zleva svedena trubkou nejprve do zásuvek 3, 4, 5, 8 a 9 a z dvojice zásuvek 4, 5 a 8, 9 pokračuje opět vodorovně jižním směrem v podlaze až k zásuvkám 6, 7, 10 a 11.

### **Trasa 2 „pravá“**

Vede z DR2 prvně jižním směrem (podhledem) do místnosti 22, kde sestupuje trubkou do 4 zásuvek (40, 41, 42 a 43) na konci místnosti je převedena do východního směru, kde ještě jednou sestupuje trubkou do zásuvky 39. Na začátku místnosti 20 pak nabírá opět jižní směr, kde sestupuje k zásuvkám 36 a 37. V rohu místností nabírá opět východního směru, kde nalezneme sestup k zásuvkám 28, 29, 30, 31, 34 a 35, vodorovně k zásuvkám 30 a 31 pak vede podlahou kabel až k podlahové krabici se zásuvkami 32 a 33. Na konci místnosti 20 se trasa rozdvojuje, a to severním směrem k zásuvkám 26 a 27 a také pokračuje východním směrem až k začátku místnosti 26. V místnosti 19 sestupuje trasa k zásuvkám 16 a 17, kde také vede podlahou vodorovně kabel k zásuvkám 18 a 19 a zásuvkami 12 a 13, kde pokračuje kabel v podlaze k zásuvkám 14 a 15. Trasa pak se začátkem místnosti 26 mění směr na severní až ke zdem místností 19 a 26, kde opět pokračuje východně až zhruba doprostřed místnosti 26, kde sestupuje až do podlahy a je přivedena k podlahové krabici se zásuvkami 1 a 2.

### **Trasa 3 (spojení rozvaděčů)**

Z budovy A z místnosti 18, kde se nachází DR1 nejprve kabel povede severním směrem v podhledech, kde se v rohu místnosti stočí do východního směru a v pohledech pokračuje až k rohu přilehlé místnosti 1, kde odbočí do jižního směru a na konci místnosti 1 pokračuje východním směrem ve zdi až do budovy B, kde změní směr na jižní a pokračuje v podhledech až ke konci chodby (místnosti 24). Trasa nemůže pokračovat nejjednodušeji (tzn. jižním směrem), protože by musela vést skrze toalety. Místo toho toalety obchází přes chodbu 24, kde na jejich konci mění směr na západní a pokračuje v místnosti 23 podhledem až do DR2. Po celé trase je respektován minimální poloměr ohybu zvoleného optického kabelu.

### **3.5 Značení**

Značení veškerých prvků sítě je nezbytná součást návrhu síťové infrastruktury.

#### **Datové rozvaděče**

V síti se nachází 2 datové rozvaděče, jeden v původní síti v budově A, který je označen DR1. Zde není důvod značení měnit, a proto bude druhý rozvaděč v budově B pojmenován jako DR2.

#### **Patch panely**

Každý patch panel má své označení jako celek a dále je pak značen každý jeho port (konektor). Vzhledem k použití pouze jednoho datového rozvaděče není potřeba jeho název v značení patch panelů uvádět.

Např. „P1“ znamená, že se jedná o první patch panel (odshora) v rozvaděči DR2. Každý port je pak označen číslem odpovídající datové zásuvky (např. 20B).

#### **Zásuvky**

V současné síti je značení zásuvek poměrně zmatečné a pro lepší orientaci v něm je nutné mít u sebe plán sítě. Zásuvky jsou označeny ve tvaru „číslo místnosti - číslo zásuvky“ (např. 2-3 značí 3. zásuvku v místnosti 2). V číslování zásuvek v místnosti není žádný systém - například v místnosti 13 máme vedle sebe zásuvky 13,2, 13-1 a pak 13-3.

Rozhodl jsem se použít v nové síti v budově B odlišného, zjednodušeného značení zásuvek. S přihlédnutím k tomu, že nová síť je od původní sítě poměrně oddělená (nachází se v jiné budově), není nutné použít značení jednotného. Navrhuji označit zásuvky od 1 do 47 a k tomu přidat jako označení portu písmeno A nebo B, vzhledem k osazení každé zásuvky dvěma keystone jacky, tedy např. „42B“.

### **Kabely (Linka)**

Kabely budou značeny pomocí štítků, které budou nalepeny na konce kabelů. Budou se skládat z označení místnosti, čísla datové zásuvky a označení portu (A nebo B).

Např. „19.14.A“ označuje kabel vedoucí z patch panelu do prvního portu zásuvky 14 v místnosti 19.

## **3.6 Rozpočet**

Poslední kapitolou návrhové části práce bude přibližné vyčíslení nákladů na realizaci tohoto projektu. Vzhledem k tomu, že jsem vycházel z cen v internetových obchodech, jedná se skutečně pouze o odhad – dá se předpokládat, že profesionální firmy realizující tyto projekty mají nasmlouvané nižší ceny než u běžných prodejců. Ceny v IT průmyslu navíc dost kolísají a to v závislosti na mnoha faktorech, mezi které patří například i kurzy zahraničních měn.

I přes pouze informativní hodnotu rozpočtu se však budu snažit o co nejpřesnější cenový odhad. Pokud měla daná položka v různých obchodech různé ceny, vybral jsem tu nejnižší.

U některých položek je počítáno s mírnou rezervou (např. u kabelů), která však celkovou cenu nijak zásadně nenavýší (maximálně v řádu několika procent). Je to dáno tím, že např. kabely se kupují ve svazcích po několika (stech) metrech.

**Tab. 3: Rozpočet**

Zdroj: vlastní zpracování

| značka                  | typ/označení jednotky                 | popis          | cena za jednotku | počet jedn. | Celkem (bez DPH) |
|-------------------------|---------------------------------------|----------------|------------------|-------------|------------------|
| ABB                     | Tango modulární                       | dat.zásuvka    | 110              | 50          | 5 490            |
| Belden                  | DataTwist 350 1700ENH 305m            | kabel          | 3 228            | 11          | 35 508           |
| Belden                  | 8x 50/125 LSZH INTEX 1m               | kabel          | 33               | 83          | 2 739            |
| Belden                  | AX101309                              | keystone jack  | 100              | 190         | 19 000           |
| Belden                  | 1,2m C501105004                       | patch kabel    | 80               | 98          | 7 840            |
| Belden                  | 2,1m C501106007                       | patch kabel    | 100              | 98          | 9 800            |
| Belden                  | LC konektor 50/125 AX101982           | konektor       | 280              | 16          | 4 480            |
| Belden                  | R6F010 LC/LC multi-mode fiber coupler | optická spojka | 255              | 16          | 4 080            |
| Belden                  | AX103451 a AX103521                   | optická vana   | 2 000            | 2           | 4 000            |
| Belden                  | LC-LC Duplex AX200527 2m              | patch kabel    | 1 100            | 16          | 17 600           |
| Belden                  | KeyConnect AX103114, 24port prázdný   | patch panel    | 735              | 4           | 2 940            |
| Eaton                   | 5PX 1500i RT2U                        | UPS            | 13 420           | 1           | 13 420           |
| Kopos                   | HDPE 06040 AS 40/35mm 100m            | chránička      | 3 353            | 1           | 3 353            |
| Kopos                   | 1240 L25 Super Monoflex 40/31mm       | chránička      | 18               | 1 200       | 21 600           |
| Kopos                   | KP-68                                 | přístr.krabice | 18               | 36          | 648              |
| Kopos                   | Kopobox 57                            | podlah.krabice | 794              | 7           | 5 558            |
| Triton                  | RSX-27-XS6-CXX-A3                     | dat.rozvaděč   | 2 965            | 1           | 2 965            |
| Triton                  | RAB-VP-X02-A1                         | vyvaz. panel   | 150              | 4           | 600              |
| instalace               |                                       |                | odhad            |             | 120 000          |
| <b>Celkem (bez DPH)</b> |                                       |                |                  |             | <b>281 621</b>   |

Celková výše nákladů se vyšplhala na necelých 282 tisíc korun bez DPH. Myslím, že se jedná o odpovídající částku vzhledem k rozsahu a kvalitě použitých komponent a celého kabelážního systému.

## **Závěr a zhodnocení**

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout počítačovou síť pro nové kancelářské prostory společnosti Inva group a.s., která splňuje požadavky investora i příslušné normy.

Většina částí analytické a návrhové části práce byla konzultována jak s investorem, tak s projektantem původní sítě pro splnění všech požadavků a zajištění kompatibility se současnou sítí a budovou.

Jedním z požadavků investora byla alespoň patnáctiletá životnost sítě, což je vyřešeno použitím komponent společnosti Belden, díky čemuž v kombinaci s výběrem autorizované realizační firmy získá investor systémovou záruku výrobce (jak na materiál, tak na práci), která dokonce patnáct let přesahuje.

Další požadavkem byla dostatečná kapacita a rychlost sítě, což je zabezpečeno použitím technologie Gigabit Ethernet a také více než dostatečným množstvím přípojných míst.

Návrh splňuje všechny v úvodu stanovené cíle v plném rozsahu. Tato práce by měla sloužit jako návrh a podklad pro další výběr realizační firmy. Nyní je na investorovi, kdy a zda vůbec návrh povede k samotné realizaci.

## Seznam literatury

- (1) KABELOVÁ, A., DOSTÁLEK, L. *Velký průvodce TCP/IP a systémem DNS*. 5. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2008. 488 s. ISBN 978-80-251-2236-5.
- (2) JORDÁN, V. *Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální kabeláže*. Kroměříž: KASSEX, 2005.
- (3) SOSINSKY, B. *Mistrovství – počítačové sítě*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- (4) ONDRÁK, V. *Přednášky – počítačové sítě*. Brno: VUT Fakulta podnikatelská, 2010.
- (5) Chapter 5: Topology. *An Educator's Guide to School Networks* [online]. 2013 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://fcit.usf.edu/network/chap5/chap5.htm>
- (6) Topologie sítí. *Barts.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.barts.cz/index.php/pocitace/site/37-topologie-siti>
- (7) HORÁK, J., KERŠLÁGER, M. *Počítačové sítě: Pro začínající správce*. 3. akt. vyd. Brno: Computer Press, 2006. 212 s. ISBN 80-251-0829-9.
- (8) BIGELOW, S. J. *Mistrovství v počítačových sítích*. 1.vydání. Brno: Computer Press, 2004. 992 s. ISBN 80-251-0178-9.
- (9) TRULOVE, J. *Sítě LAN : hardware, instalace a zapojení*. 1. vydání. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- (10) Bezdrátové optické sítě. *Lupa.cz* [online]. 2003 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/bezdratove-opticke-site/>
- (11) ČSN EN 50288-2-1 (347818). *Technické normy ČSN* [online]. 2005 [cit. 2013-01-15]. Dostupné z: [http://www.technicke-normy-csn.cz/347818-csn-en-50288-2-1\\_4\\_63361.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/347818-csn-en-50288-2-1_4_63361.html)
- (12) Network cable CAT 7E ISTEP Belden. *Conrad UK* [online]. 2013 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.conrad-uk.com/ce/en/product/604543/NETWORK-CABLE-CAT-7E-ISTEP-1885ENH-4-x-2-x-AWG-23-Grey-Belden>

- (13) 12U 600X450 Nástěnný datový rozvaděč. <i>Esyst.inshop.cz</i> [online]. 2013 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.esyst.inshop.cz/datovesite/12u600x450nastennydatovyrozvadec%5BLN12U-6045%5D?ItemIdx=0>
- (14) DVOŘÁČEK, K. *Úložné a upevňovací systémy pro montáž elektrických zařízení a instalací*. 1. vydání. Praha: IN-EL, 2007. 80 s. ISBN 978-80-86230-43-6.
- (15) Panduit PatchLink Horizontal Cable Manager [online]. 2013 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.cableorganizer.com/panduit/patchlink-horizontal-cable-manager.html>
- (16) China Ftth Fiber Optic Cable. *Made-in-China.com* [online]. 2013 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://sztaiyue.en.made-in-china.com/productimage/rbOJKWSvwMhB-2f0j00nBEQWglhCsqe/China-Ftth-Fiber-Optic-Cable.html>
- (17) Kříž, J., Sedlák, P. *Audiovizuální a datové konvergence*. 1. vydání. Brno: CERM, 2012. 472 s. ISBN 978-80-7204-784-0.
- (18) How TCP/IP Protocol Works. *Hardwaresecrets.com* [online]. 2012 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: <http://www.hardwaresecrets.com/article/433>
- (19) ČSN EN 50173-1. Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – Část 1: Všeobecné požadavky a kancelářské prostředí. 2003.
- (20) ČSN EN 50174-1. *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality*. 2001.
- (21) ČSN EN 50174-2. *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách*. 2002.
- (22) Svět hardware. *Patch panel* [online]. 2013 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/glos.jsp?doc=95B4572BFB25D0AFC12573E3003D0798>
- (23) Kopus Kolín a.s.. *Katalog* [online]. 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.koposkatalog.cz/detail.php?id=39555>

## Seznam tabulek a obrázků

|   |    |
|---|----|
| Obr 1. : Organizační struktura společnosti Inva group a.s.....                | 14 |
| Obr 2. : Ředitelství společnosti Inva group a.s. z ptačího pohledu.....       | 15 |
| Obr 3. : Srovnání vrstev TCP/IP a ISO OSI (18).....                           | 23 |
| Obr 4. : Sběrníková topologie (6). ....                                       | 23 |
| Obr 5. : Hvězdicová topologie (6). ....                                       | 24 |
| Obr 6. : Kruhová topologie (6). ....  | 25 |
| Obr 7. : Kabel ISTP s individuálně stíněnými páry od výrobce Belden (12)..... | 26 |
| Obr 8. : Konektory optických kabelů. Upraveno dle (16). ....                  | 27 |
| Obr 9. : Nástěnný skříňový datový rozvaděč (13) ....                          | 33 |
| Obr 10. : Otevřený rám NetFrame (2).....                                      | 31 |
| Obr 11. : Uzavřený organizér kabeláže WMPSE od firmy Panduit (15) .....       | 33 |
| Obr 12. : Otevřený D-ring organizér kabeláže (2).....                         | 34 |
| Obr 13. : Kopus Super Monoflex (23).....                                      | 40 |
| <br>  |    |
| Tab. 1: Vztah mezi třídou a kategorií (17).....                               | 31 |
| Tab. 2: Vyčíslení počtu datových zásuvek .....                                | 37 |
| Tab. 3: Rozpočet.....   | 44 |



## Seznam příloh

|   |   |
|---|---|
| Příloha č.1: Výkresová dokumentace původní sítě ..... | 1 |
| Příloha č.2: Schéma datového rozvaděče DR2 .....      | 3 |
| Příloha č.3: Kabelová tabulka .....                   | 4 |
| Příloha č.4: Zapojení patch panelů .....              | 7 |
| Příloha č.5: Zapojení optických van.....              | 8 |
| Příloha č.6: Plán rozmístění datových zásuvek .....   | 9 |

## Příloha č.1: Výkresová dokumentace původní sítě

Datový rozvaděč DR1, 42U

Patch panel pro stěnní linky, 24x RJ45, 1U

Telefonní patch panel 48x RJ45, 1U

Organizér, 1U

Patch panel 24x RJ45, 1U

Patch panel 24x RJ45, 1U

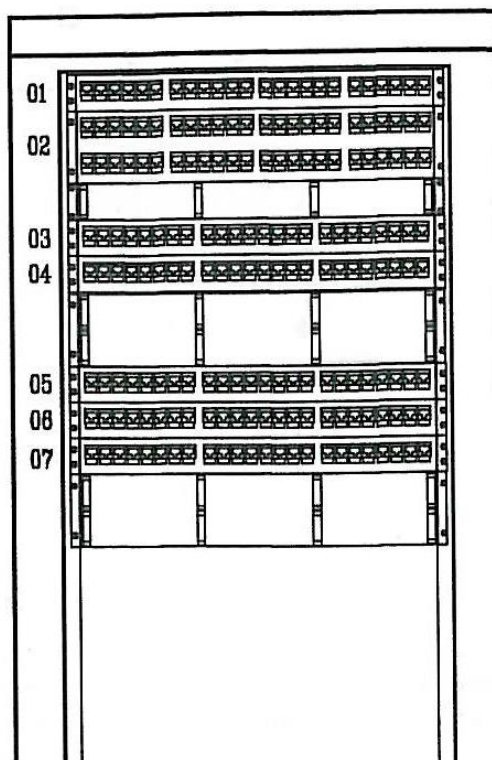
Organizér, 2U

Patch panel 24x RJ45, 1U

Patch panel 24x RJ45, 1U

Patch panel 24x RJ45, 1U

Organizér, 2U

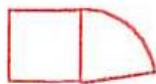


Zapojení datového rozvaděče DR1

### LEGENDA:



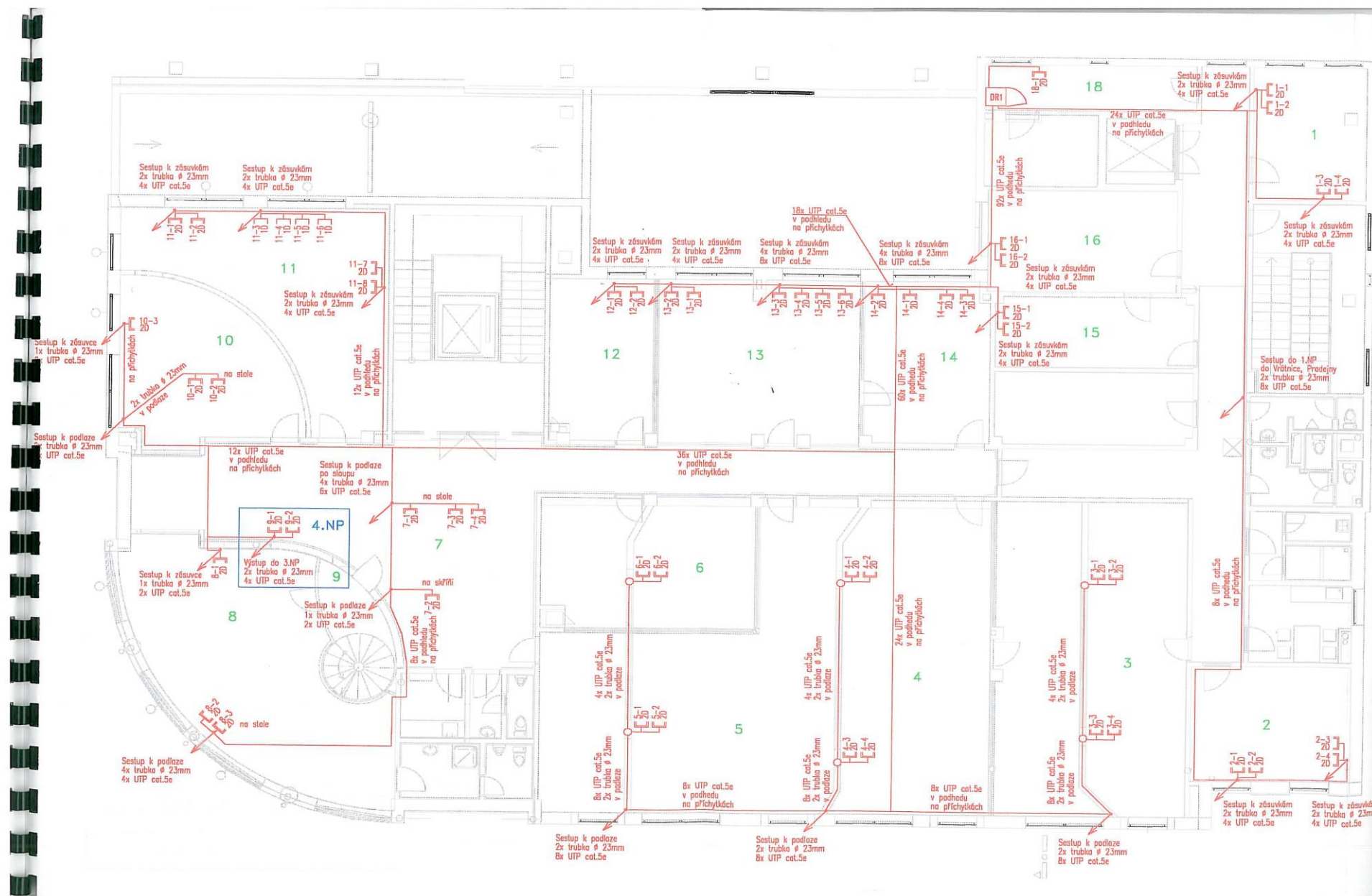
Datová distribuční dvojjáskovka, 2x RJ45



Datový rozváděč DR1



Podlahová krabice



## Příloha č.2: Schéma datového rozvaděče DR2

| DR2 |                  |
|-----|------------------|
| 27U | optická vana     |
| 26U | Patch panel 1    |
| 25U | vyvazovací panel |
| 24U | aktivní prvek    |
| 23U | aktivní prvek    |
| 22U | vyvazovací panel |
| 21U | Patch panel 2    |
| 20U | Patch panel 3    |
| 19U | vyvazovací panel |
| 18U | aktivní prvek    |
| 17U | aktivní prvek    |
| 16U | vyvazovací panel |
| 15U | Patch panel 4    |
| 14U | rezerva          |
| 13U |                  |
| 12U |                  |
| 11U |                  |
| 10U |                  |
| 9U  |                  |
| 8U  |                  |
| 7U  |                  |
| 6U  |                  |
| 5U  |                  |
| 4U  |                  |
| 3U  |                  |
| 2U  | UPS              |
| 1U  |                  |

### Příloha č.3: Kabelová tabulka

| Linka   | Odkud       |      |         | Kam  |          | Délka (m) |
|---------|-------------|------|---------|------|----------|-----------|
|         | patch panel | port | zásuvka | port | místnost |           |
| 26.1.A  | P1          | 1    | 1       | A    | 26       | 60        |
| 26.1.B  | P1          | 2    | 1       | B    | 26       | 60        |
| 26.2.A  | P1          | 3    | 2       | A    | 26       | 60        |
| 26.2.B  | P1          | 4    | 2       | B    | 26       | 60        |
| 19.3.A  | P1          | 5    | 3       | A    | 19       | 32        |
| 19.3.B  | P1          | 6    | 3       | B    | 19       | 32        |
| 19.4.A  | P1          | 7    | 4       | A    | 19       | 36        |
| 19.4.B  | P1          | 8    | 4       | B    | 19       | 36        |
| 19.5.A  | P1          | 9    | 5       | A    | 19       | 37        |
| 19.5.B  | P1          | 10   | 5       | B    | 19       | 37        |
| 19.6.A  | P1          | 11   | 6       | A    | 19       | 40        |
| 19.6.B  | P1          | 12   | 6       | B    | 19       | 40        |
| 19.7.A  | P1          | 13   | 7       | A    | 19       | 40        |
| 19.7.B  | P1          | 14   | 7       | B    | 19       | 40        |
| 19.8.A  | P1          | 15   | 8       | A    | 19       | 39        |
| 19.8.B  | P1          | 16   | 8       | B    | 19       | 39        |
| 19.9.A  | P1          | 17   | 9       | A    | 19       | 40        |
| 19.9.B  | P1          | 18   | 9       | B    | 19       | 40        |
| 19.10.A | P1          | 19   | 10      | A    | 19       | 43        |
| 19.10.B | P1          | 20   | 10      | B    | 19       | 43        |
| 19.11.A | P1          | 21   | 11      | A    | 19       | 43        |
| 19.11.B | P1          | 22   | 11      | B    | 19       | 43        |
| 19.12.A | P1          | 23   | 12      | A    | 19       | 46        |
| 19.12.B | P1          | 24   | 12      | B    | 19       | 46        |
| 19.13.A | P2          | 1    | 13      | A    | 19       | 45        |
| 19.13.B | P2          | 2    | 13      | B    | 19       | 45        |
| 19.14.A | P2          | 3    | 14      | A    | 19       | 49        |
| 19.14.B | P2          | 4    | 14      | B    | 19       | 49        |
| 19.15.A | P2          | 5    | 15      | A    | 19       | 49        |
| 19.15.B | P2          | 6    | 15      | B    | 19       | 49        |
| 19.16.A | P2          | 7    | 16      | A    | 19       | 43        |
| 19.16.B | P2          | 8    | 16      | B    | 19       | 43        |
| 19.17.A | P2          | 9    | 17      | A    | 19       | 42        |
| 19.17.B | P2          | 10   | 17      | B    | 19       | 42        |
| 19.18.A | P2          | 11   | 18      | A    | 19       | 46        |
| 19.18.B | P2          | 12   | 18      | B    | 19       | 46        |
| 19.19.A | P2          | 13   | 19      | A    | 19       | 46        |
| 19.19.B | P2          | 14   | 19      | B    | 19       | 46        |
| 20.20.A | P2          | 15   | 20      | A    | 20       | 23        |
| 20.20.B | P2          | 16   | 20      | B    | 20       | 23        |

|         |    |    |    |   |    |    |
|---------|----|----|----|---|----|----|
| 20.21.A | P2 | 17 | 21 | A | 20 | 24 |
| 20.21.B | P2 | 18 | 21 | B | 20 | 24 |
| 20.22.A | P2 | 19 | 22 | A | 20 | 27 |
| 20.22.B | P2 | 20 | 22 | B | 20 | 27 |
| 20.23.A | P2 | 21 | 23 | A | 20 | 27 |
| 20.23.B | P2 | 22 | 23 | B | 20 | 27 |
| 20.24.A | P2 | 23 | 24 | A | 20 | 27 |
| 20.24.B | P2 | 24 | 24 | B | 20 | 27 |
| 20.25.A | P3 | 1  | 25 | A | 20 | 28 |
| 20.25.B | P3 | 2  | 25 | B | 20 | 28 |
| 20.26.A | P3 | 3  | 26 | A | 20 | 42 |
| 20.26.B | P3 | 4  | 26 | B | 20 | 42 |
| 20.27.A | P3 | 5  | 27 | A | 20 | 41 |
| 20.27.B | P3 | 6  | 27 | B | 20 | 41 |
| 20.28.A | P3 | 7  | 28 | A | 20 | 34 |
| 20.28.B | P3 | 8  | 28 | B | 20 | 34 |
| 20.29.A | P3 | 9  | 29 | A | 20 | 33 |
| 20.29.B | P3 | 10 | 29 | B | 20 | 33 |
| 20.30.A | P3 | 11 | 30 | A | 20 | 30 |
| 20.30.B | P3 | 12 | 30 | B | 20 | 30 |
| 20.31.A | P3 | 13 | 31 | A | 20 | 29 |
| 20.31.B | P3 | 14 | 31 | B | 20 | 29 |
| 20.32.A | P3 | 15 | 32 | A | 20 | 33 |
| 20.32.B | P3 | 16 | 32 | B | 20 | 33 |
| 20.33.A | P3 | 17 | 33 | A | 20 | 33 |
| 20.33.B | P3 | 18 | 33 | B | 20 | 33 |
| 20.34.A | P3 | 19 | 34 | A | 20 | 26 |
| 20.34.B | P3 | 20 | 34 | B | 20 | 26 |
| 20.35.A | P3 | 21 | 35 | A | 20 | 25 |
| 20.35.B | P3 | 22 | 35 | B | 20 | 25 |
| 20.36.A | P3 | 23 | 36 | A | 20 | 19 |
| 20.36.B | P3 | 24 | 36 | B | 20 | 19 |
| 20.37.A | P4 | 1  | 37 | A | 20 | 18 |
| 20.37.B | P4 | 2  | 37 | B | 20 | 18 |
| 21.38.A | P4 | 3  | 38 | A | 21 | 15 |
| 21.38.B | P4 | 4  | 38 | B | 21 | 15 |
| 22.39.A | P4 | 5  | 39 | A | 22 | 14 |
| 22.39.B | P4 | 6  | 39 | B | 22 | 14 |
| 22.40.A | P4 | 7  | 40 | A | 22 | 11 |
| 22.40.B | P4 | 8  | 40 | B | 22 | 11 |
| 22.41.A | P4 | 9  | 41 | A | 22 | 10 |
| 22.41.B | P4 | 10 | 41 | B | 22 | 10 |
| 22.42.A | P4 | 11 | 42 | A | 22 | 8  |
| 22.42.B | P4 | 12 | 42 | B | 22 | 8  |

|              |    |    |    |   |    |        |
|--------------|----|----|----|---|----|--------|
| 22.43.A      | P4 | 13 | 43 | A | 22 | 7      |
| 22.43.B      | P4 | 14 | 43 | B | 22 | 7      |
| 23.44.A      | P4 | 15 | 44 | A | 23 | 8      |
| 23.44.B      | P4 | 16 | 44 | A | 23 | 8      |
| 24.45.A      | P4 | 18 | 45 | A | 24 | 27     |
| 24.45.B      | P4 | 19 | 45 | B | 24 | 27     |
| 25.46.A      | P4 | 21 | 46 | A | 25 | 53     |
| 25.46.B      | P4 | 22 | 46 | B | 25 | 53     |
| 25.47.A      | P4 | 23 | 47 | A | 25 | 52     |
| 25.47.B      | P4 | 24 | 47 | B | 25 | 52     |
| celkem délka |    |    |    |   |    | 3120 m |

## Příloha č.4: Zapojení patch panelů

| P1      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      |
| 26.1.A  | 26.1.B  | 26.2.A  | 26.2.B  | 19.3.A  | 19.3.B  | 19.4.B  | 19.4.A  | 19.5.B  | 19.5.A  | 19.6.B  | 19.6.A  | 19.7.B  | 19.7.A  | 19.8.B  | 19.8.A  | 19.9.B  | 19.9.A  | 19.10.B | 19.10.A | 19.11.B | 19.11.A | 19.12.B | 19.12.A |
| P2      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      |
| 19.13.B | 19.13.A | 19.14.B | 19.14.A | 19.15.B | 19.15.A | 19.16.B | 19.16.A | 19.17.B | 19.17.A | 19.18.B | 19.18.A | 19.19.B | 19.19.A | 20.20.A | 20.20.B | 20.21.A | 20.21.B | 20.22.A | 20.22.B | 20.23.A | 20.23.B | 20.24.A | 20.24.B |
| P3      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      |
| 20.25.A | 20.25.B | 20.26.A | 20.26.B | 20.27.A | 20.27.B | 20.28.A | 20.28.B | 20.29.A | 20.29.B | 20.30.A | 20.30.B | 20.31.A | 20.31.B | 20.32.A | 20.32.B | 20.33.A | 20.33.B | 20.34.A | 20.34.B | 20.35.A | 20.35.B | 20.36.A | 20.36.B |
| P4      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      |
| 20.37.A | 20.37.B | 21.38.A | 21.38.B | 22.39.A | 22.39.B | 22.40.A | 22.40.B | 22.41.A | 22.41.B | 22.42.A | 22.42.B | 22.43.A | 22.43.B | 23.44.A | 23.44.B |         | 24.45.A | 24.45.B |         | 25.46.A | 25.46.B | 25.47.A | 25.47.B |



## Příloha č.5: Zapojení optických van

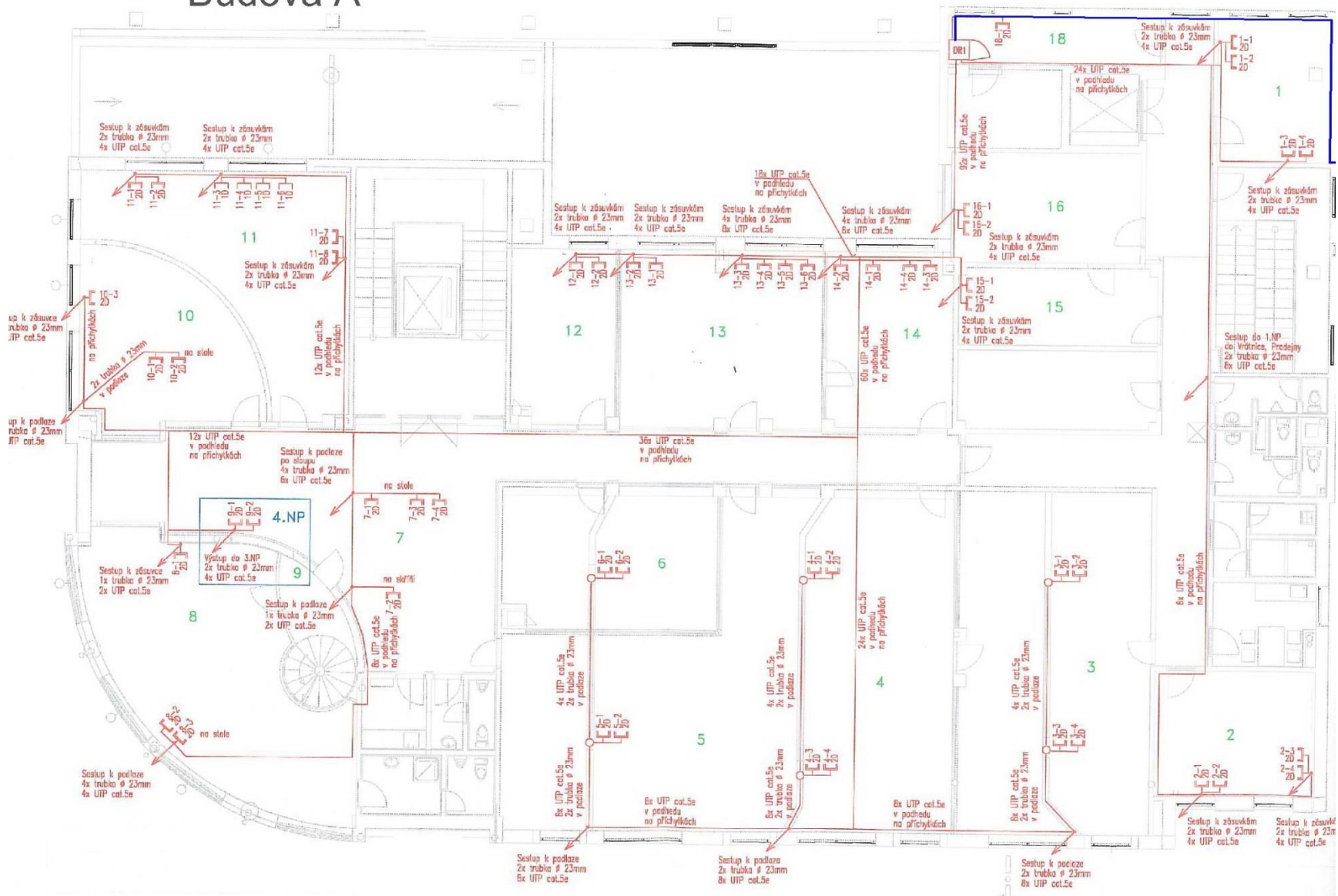
| panel | port | ferule | panel | port | ferule | kabel | vlákno |
|-------|------|--------|-------|------|--------|-------|--------|
| OV1   | 1    | 1      | OV2   | 1    | 2      | OPT1  | 1      |
| OV1   | 1    | 2      | OV2   | 1    | 1      | OPT1  | 2      |
| OV1   | 2    | 1      | OV2   | 2    | 2      | OPT1  | 3      |
| OV1   | 2    | 2      | OV2   | 2    | 1      | OPT1  | 4      |
| OV1   | 3    | 1      | OV2   | 3    | 2      | OPT1  | 5      |
| OV1   | 3    | 2      | OV2   | 3    | 1      | OPT1  | 6      |
| OV1   | 4    | 1      | OV2   | 4    | 2      | OPT1  | 7      |
| OV1   | 4    | 2      | OV2   | 4    | 1      | OPT1  | 8      |
| OV1   | 5    | 1      | OV2   | 5    | 2      | OPT2  | 1      |
| OV1   | 5    | 2      | OV2   | 5    | 1      | OPT2  | 2      |
| OV1   | 6    | 1      | OV2   | 6    | 2      | OPT2  | 3      |
| OV1   | 6    | 2      | OV2   | 6    | 1      | OPT2  | 4      |
| OV1   | 7    | 1      | OV2   | 7    | 2      | OPT2  | 5      |
| OV1   | 7    | 2      | OV2   | 7    | 1      | OPT2  | 6      |
| OV1   | 8    | 1      | OV2   | 8    | 2      | OPT2  | 7      |
| OV1   | 8    | 2      | OV2   | 8    | 1      | OPT2  | 8      |

## Příloha č.6: Plán rozmístění datových zásuvek

### LEGENDA

-  Datová zásuvka ve zdi
-  Datová zásuvka v podlahové krabici
-  Trasa 3 - spojení rozvaděčů
-  Trasa 2 "pravá"
-  Trasa 1 "levá"
-  Datový rozvaděč DR2

# Budova A



# Budova B

