



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH ZABEZPEČENÉ ZÁKAZNICKÉ  
INFRASTRUKTURY DATOVÉHO CENTRA

DESIGN OF SECURE CUSTOMER DATA CENTER INFRASTRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Linduška

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Sedlák

BRNO 2023

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky  
Student: **Jan Linduška**  
Vedoucí práce: **Ing. Petr Sedlák**  
Akademický rok: 2022/23  
Studijní program: Manažerská informatika

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

## **Návrh zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra**

### **Charakteristika problematiky úkolu:**

Úvod  
Teoretická východiska práce  
Analýza současného stavu  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr

### **Cíle, kterých má být dosaženo:**

Návrh zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra pro projekt revitalizace datového centra s následnou realizací.

### **Základní literární prameny:**

DOUCEK Petr, Martin KONEČNÝ a Luděk NOVÁK. Řízení kybernetické bezpečnosti a bezpečnosti informací. Praha: Professional Publishing, 2020. ISBN 978-80-88260-39-4.

JORDÁN Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II - Kritické aplikace. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

ONDRÁK Viktor, Petr SEDLÁK a Vladimír MAZÁLEK. Problematika ISMS v manažerské informatice. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2013. ISBN 978-80-7204-872-4.

SEDLÁK Petr, Martin KONEČNÝ a kolektiv. Kybernetická (ne)bezpečnost. CERM, Akademické nakladatelství, 2021. ISBN 978-80-7623-068-2.

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

V Brně dne 5.2.2023

L. S.

---

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.  
garant

---

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zaměřuje na návrh zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra. Práce se dělí na čtyři hlavní části, začíná vymezením problémů a určuje cíle. Druhá kapitola se zabývá teoretickou částí rozebírající základní technologie a principy, na kterých je návrh infrastruktury postaven. Třetí kapitola analyzuje současný stav objektu a udává požadavky. Ve čtvrté a poslední kapitole je prezentován nový návrh, založený na předchozích kapitolách, který je následně porovnán v ekonomickém zhodnocení. V závěru práce je shrnut výsledný návrh, který bude sloužit jako dokumentace, předloha a vstup pro výběrové řízení dodavatele.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis focuses on the design of secure customer data center infrastructure. The thesis is divided into four main parts and starts by defining the problems and identifying the objectives. The second chapter deals with the theoretical part discussing the basic technologies and principles on which the infrastructure design is based. The third chapter analyses the current state of the facility and gives the requirements. In the fourth and final chapter, a new design is presented, based on the previous chapters, which is then compared in an economic evaluation. The thesis concludes with a summary of the resulting design, which will serve as documentation, template and input for the contractor selection process.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Datové centrum, MCN, NCPI, SPOF, retrofit, redundance, dostupnost, spolehlivost, topologie kruh a podkruh, optická kabeláž.

## **KEYWORDS**

Data center, MCN, NCPI, SPOF, retrofit, redundancy, availability, reliability topology ring and sub-ring, optical cabling.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Citace tištěné práce – listinná verze:

LINDUŠKA, Jan. Návrh zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/151034>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Sedlák.

Citace elektronického zdroje – elektronická verze:

LINDUŠKA, Jan. Návrh zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/151034>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Sedlák.

## **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 15. května 2023

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval panu Ing. Petru Sedlákovvi za vedení této závěrečné práce, cenné rady a poskytnutí praktických znalostí. Dále bych chtěl poděkovat své rodině i přátelům za jejich pomoc a podporu. Také bych rád poděkoval Vlastimilovi Svobodovi, Ing., MBA za konzultace při vypracovávání návrhu.

# OBSAH

ÚVOD .....	10
1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE .....	11
1.1 Vymezení problému .....	11
1.2 Cíle práce .....	11
1.3 Metody a postupy zpracování .....	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	12
2.1 Přehled použitých termínů a zkratk, základní pojmy: .....	12
2.2 Normy .....	13
2.2.1 ČSN ISO/IEC 20000-1:2012 .....	13
2.2.2 ČSN ISO/IEC 20000-2:2012 .....	13
2.2.3 ČSN EN ISO 50001 .....	13
2.2.4 ČSN EN 50600-1 .....	14
2.2.5 ČSN EN 50600-2-1 .....	14
2.2.6 ČSN EN 50600-2-2 .....	14
2.2.7 ČSN EN 50600-2-3 .....	14
2.2.8 ČSN EN 50600-2-4 .....	14
2.2.9 EN 50600-2-5 .....	14
2.2.10 EN 50600-2-6 .....	14
2.2.11 ISO/IEC 27001:2006 .....	14
2.2.12 EN 57013:2012 .....	15
2.2.13 ISO/IEC 24764 .....	15
2.2.14 ANSI/TIA/EIA-606 .....	15
2.2.15 ANSI-TIA/EIA 942A .....	15
2.2.16 ANSI/NECA/BICSI 002-2019 .....	15
2.2.17 BICSI 009-2019 .....	15



2.3	NISS .....	15
2.3.1	Bezpečnostní stupeň 0 .....	16
2.3.2	Bezpečnostní stupeň 1 .....	16
2.3.3	Bezpečnostní stupeň 2 .....	16
2.4	Klasifikace infrastruktury .....	17
2.4.2	TIER I – Basic .....	18
2.4.3	TIER II – Redundant components .....	18
2.4.4	TIER III – Concurrently maintainable .....	19
2.4.5	TIER IV – Fault tolerant .....	19
2.5	MCN.....	19
2.5.1	Jednoduchost.....	19
2.5.2	Separátní rutinní provoz.....	20
2.5.3	Spolehlivost .....	20
2.6	NCPI.....	20
2.6.1	Modularita a Standardizace .....	20
2.6.2	Dostupnost .....	21
2.6.3	Akceschopnost .....	21
2.6.4	TCO .....	21
2.7	Redundance .....	22
2.7.1	RAID.....	22
2.7.2	Redundantní trasy .....	22
2.8	Zdvojená podlaha a strop .....	23
2.9	Chlazení.....	23
2.9.1	Teplá a studená ulička.....	23
2.10	Topologie .....	24
2.10.1	Star .....	25

2.10.2	Ring a Dual-Ring .....	25
2.11	Pasivní infrastruktura – Strukturovaná kabeláž .....	26
2.11.1	Členění infrastruktury komunikačního systému .....	26
2.11.2	Datový rozvaděč .....	27
2.11.3	Metalická kabeláž .....	28
2.11.4	Optická kabeláž.....	31
2.12	Systém rychlého přepojování – QuickNet™ .....	33
2.13	Žlaby .....	33
2.13.1	Fiber runner™ .....	33
2.14	Aktivní infrastruktura .....	35
2.14.1	Přepínač .....	35
2.14.2	Server .....	35
2.14.3	Zdroj nepřerušovaného napájení.....	36
2.15	Datové centrum .....	37
3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	38
3.1	Popis areálu .....	38
3.1.1	Detailní popis místností .....	38
3.2	Aktuální stav síťové infrastruktury .....	39
3.2.1	Aktuální stav kabeláže .....	39
3.2.2	Aktuální stav rozvaděčů.....	40
3.3	Požadavky na nový návrh .....	40
3.4	Shrnutí analýzy .....	40
4	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ A JEJICH PŘÍNOS.....	41
4.1	Metodika značení .....	41
4.1.1	Značení místností.....	41
4.1.2	Značení sálu 0.70 .....	41

4.1.3	Značení rozvoden 0.72 a 0.75 .....	42
4.1.4	Značení DR .....	42
4.1.5	Značení switchů .....	42
4.1.6	Značení optických van .....	42
4.1.7	Značení konektorů .....	43
4.1.8	Značení kabelů .....	43
4.2	Logický návrh řešení .....	43
4.2.1	Logický návrh zapojení páteřní infrastruktury .....	44
4.3	Fyzický návrh řešení .....	44
4.3.1	Fyzické umístění infrastruktury v půdorysu .....	44
4.3.2	DR v rozvodně .....	44
4.3.3	DR v sále na okraji kruhu .....	46
4.3.4	DR v sálu uvnitř kruhu.....	49
4.4	Aktivní prvky .....	50
4.5	Ekonomické zhodnocení .....	51
ZÁVĚR .....		52
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....		53
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....		55
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....		56
SEZNAM PŘÍLOH.....		57

## ÚVOD

V dnešní době masivní digitalizace jsou počítače a podobné stroje naprostým standardem, na který si lidstvo pomalu zvyká. V posledních letech se stále více nabízí běžným uživatelům takzvaný cloud, všichni jeho služeb využíváme a možná to někteří ani nevíme, že naše zařízení ke cloudu přistupuje.

Mnozí uživatelé však vůbec netuší, co cloud vlastně je, jak funguje, kde se nachází a jak vypadá jeho fyzická podoba. Drtivá většina cloudových služeb operuje právě v datovém centru a nemusí to být cloud na ukládání fotografií a dokumentů, ale mohou to být aplikace, objemné databáze, nebo operační systémy.

Tato práce se zabývá návrhem zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra. Než ale budu moci požadovaný návrh vypracovat, je třeba definovat požadavky na návrh od zadavatele práce, účel datového centra a provést rekognoskaci objektu.

Jelikož se jedná o retrofit staré infrastruktury na novou, není možné provádět velké stavební práce a upravovat tak půdorys budovy, úkolem je přizpůsobit se budově a dodržet požadavky.

# **1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE**

## **1.1 Vymezení problému**

Tato práce se bude zabývat revitalizací datového centra, které je umístěno v suterénu nejmenovaného komplexu v České republice. Problematika retrofitu znamená přizpůsobení se již vybudovaným místnostem, a proto vypracuji dva návrhy, kde podle požadavků na nový návrh a ekonomické zhodnocení vyberu vhodnější pro zadaný projekt. Požadavky: Dostupnost 99,995%, redundance N+1, nepřetržitý provoz 7 x 24 x 365, hustota zátěže 5 až 30 kW/rack.

## **1.2 Cíle práce**

Cílem této bakalářské práce je vypracování návrhu zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra pro projekt revitalizace datového centra, díky kterému bude možné tuto síť vybudovat. Tento návrh bude záměrně naddimenzovaný a modulární, pro vyžadovanou nadčasovost a maximální redundanci celého datového centra.

## **1.3 Metody a postupy zpracování**

Na začátku vypracuji dva návrhy pro datové centrum, porovnáám, který lépe splňuje požadavky a ten následně v této práci zpracuji.

Návrh bude rozebírat problematiku jako je umístění datových rozvaděčů, návrh optických páteřních tras, vybavení datových rozvaděčů včetně aktivních prvků a kompletní zapojení aktivních prvků a páteřní infrastruktury.

Následně bude v práci provedeno ekonomické zhodnocení projektu, které bude obsahovat odhad cen rekognoscace objektu, vypracování návrhu a jednotlivých komponentů a výslednou sumu porovnáám s nabídkou nejmenované firmy.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato kapitola se zabývá teoretickými východisky, bez kterých by práce nemohla vzniknout a pojmy, které jsou důležité pro porozumění tématům spojených s tímto oborem.

### 2.1 Přehled použitých termínů a zkratk, základní pojmy:

**ICT** (Information and Communication Technologies) = informační a komunikační technologie

**ISMS** (Information Security Management System) = systém řízení informační bezpečnosti

**MCN** (Mission Critical Network) = síť s maximální dostupností

**NCPI** (Network Critical Physical Infrastructure) = kritická síťová fyzická infrastruktura

**MTTR** (Mean Time To Repair) = střední doba pro opravu

**MTBF** (Mean Time Between Failures) = střední doba mezi poruchami

**TCO** (Total Cost Of Ownership) = celkové náklady na vlastnictví

**SPOF** (Single Point Of Failure) = kritické místo

**Tier I, II, III, IV** = klasifikace s kategorizací do tříd: I, II, III, IV

**5 x 8** = provoz ve standardní pracovní době (8 hodin 5 dní v týdnu)

**7 x 24** = nepřetržitý provoz (24 hodin 7 dní v týdnu)

**7 x 24 x 365** = trvalý nepřetržitý provoz, bez odstávek a možnosti vypnutí (24 hodin 7 dní v týdnu po celý rok)

**DC** = Datové centrum

**DR** = Datový rozvaděč

**PP** = Patch Panel

**Retrofit** = přidání nové technologie do starších systémů, nebo objektů

**Availability** = dostupnost

**Reliability** = spolehlivost

**Redundancy** = redundance

**Latency** = Latence (zpoždění) doba mezi akcí a reakcí

**Concurrently maintainable** = servisovatelné za provozu

**Fault Tolerant** = odolné vůči poruše

**Síťová infrastruktura** = veškeré síťové pasivní i aktivní prvky a zařízení použité při realizaci ICT prostředí

**Kritická infrastruktura** = prvek nebo množina prvků (jako je např. DC, tunel, elektrárna apod.), u kterých má narušení nebo ztráta funkčnosti velmi závažný dopad

**Dostupnost** = zajištění přístupnosti k informaci v požadovaný okamžik

**Integrita** = zajištění úplnosti a správnosti informace

**Šířka pásma** = rozdíl mezních frekvencí (Hz)

**Útlum** = ztráta signálu (dB)

**Šum** = nežádoucí rušení elektrického signálu

**Přeslech** (crosstalk) = interference (narušení) vyzařovaného vlnění mezi páry

**Alien přeslech** = přeslechy mezi páry sousedních kabelů ve svazku kabelů

## **2.2 Normy**

### **2.2.1 ČSN ISO/IEC 20000-1:2012**

Informační technologie – Management služeb – Část 1 Požadavky na systém managementu služeb (3)

### **2.2.2 ČSN ISO/IEC 20000-2:2012**

Informační technologie – Management služeb – Část 2 Soubor postupů (3)

### **2.2.3 ČSN EN ISO 50001**

Systemy managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem k použití

#### **2.2.4 ČSN EN 50600-1**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 1: Obecné pojmy

#### **2.2.5 ČSN EN 50600-2-1**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-1: Výstavba budov

#### **2.2.6 ČSN EN 50600-2-2**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-2: Rozvody napájení

#### **2.2.7 ČSN EN 50600-2-3**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-3: Úprava okolního prostředí

#### **2.2.8 ČSN EN 50600-2-4**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-4: Infrastruktura telekomunikační kabeláže

#### **2.2.9 EN 50600-2-5**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-5: Systémy zabezpečení

#### **2.2.10 EN 50600-2-6**

Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center – Část 2-6: Informace o správě provozu

#### **2.2.11 ISO/IEC 27001:2006**

Informační technologie – Bezpečnostní techniky – Systémy managementu bezpečnostních informací – Požadavky (3)



### **2.2.12 EN 57013:2012**

Information technology – Security techniques – Guidance on the integrated implementation of ISO/IEC 27001 and ISO/IEC 20000-1 (3)

### **2.2.13 ISO/IEC 24764**

Information technology – Generic cabling systems for data centers **ISO/IEC 14763-2 DC Cabling Installation TIA 606-A Labeling and Documentation**

### **2.2.14 ANSI/TIA/EIA-606**

Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings

### **2.2.15 ANSI-TIA/EIA 942A**

Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers **ANSI/NECA/BICSI 002-2014 Data Center Design and Implementation Best Practices**

### **2.2.16 ANSI/NECA/BICSI 002-2019**

Data Center Design and Implementation Best Practices

### **2.2.17 BICSI 009-2019**

Data Center Operations and Maintenance Best Practices

## **2.3 NISS**

Zákon o kybernetické bezpečnosti č. 181/2014, je základním legislativním předpisem, který se zabývá touto problematikou. **Norma ISO 20733** – Informační technologie – Bezpečnostní techniky – Síťová bezpečnost představuje základní technický předpis v této oblasti. Na této normě právě staví NISS a celé jeho technické řešení musí být podpořeno organizačními opatřeními, jako jsou jasně dané směrnice, pravidelné školení zaměstnanců a pravidelné kontroly stavu infrastruktury i dodržování pravidel.

NISS je podmnožinou komplexního řešení bezpečnosti na úrovni fyzické (první) vrstvy ISO/OSI modelu a řeší otázku bezpečnosti ve třech stupních. (2, 3, 5)

### 2.3.1 Bezpečnostní stupeň 0

Tento stupeň nezajišťuje žádnou fyzickou ochranu komunikace, pouze udává, jak správně označit a odlišit různé části podsítí (oddělených fyzicky, či pouze logicky), trasy a konektory v rámci jedné sítě. Tento způsob značení spočívá v barevném rozlišení prvků, nejčastěji se rozlišují barvy portů, konektorů a patch cordů. To usnadňuje správci sítě orientaci v zapojení celé sítě a snižuje tak riziko chybovosti. Tento bezpečnostní stupeň však nezaručuje naprostou bez chybovost, neboť nic fyzicky nezabraňuje správci sítě zapojit např. modrý konektor do oranžového portu. (2, 3)

### 2.3.2 Bezpečnostní stupeň 1

Tento stupeň zajišťuje zabezpečení prvků kabeláže a konektivity. Jsou do něj zařazeny tyto prostředky:

- Prvky na blokování portů např. USB, RJ45, LC, SC apod.
- Prvky na ochranu a uzamčení patch cordů a jumperů (ochrana proti vytažení)
- Datové zásuvky s omezenou přístupností portů
- Žlaby se zabezpečeným víkem proti otevření
- Systém řízení přístupu do rozvaděčů a případně ochranných boxů pro Access Point k WIFI (2, 3, 7)



Obrázek 1 - Blokování portů (Zdroj: 8)

### 2.3.3 Bezpečnostní stupeň 2

Tento stupeň zajišťuje zabezpečení konektorů takzvaným klíčováním. Jedná se o speciální technické řešení s využitím shodného klíčování adapterů s konektory, kde každá barva má jiný typ klíčování a nelze je tak zaměnit. Funguje to následovně:

- Neklíčovaný adaptér nelze připojit do klíčovaného konektoru

- Klíčovaný adaptér nelze připojit do neklíčovaného konektoru
- Klíčovaný adaptér nelze připojit do konektoru s jiným klíčováním

Klíčování vychází z bezpečnostního stupně 0 a přidává k němu bezpečnostní prvek, který se standardně využívá v NCPI. (2, 3)



Obrázek 2 - Klíčování portů (Zdroj: 8)

## 2.4 Klasifikace infrastruktury

Infrastruktura se dělí na čtyři kategorie a je klasifikována dle několika faktorů (viz tabulka níže). Dělí se na TIER I, II, III a IV. Je nutné dodat, že u návrhu DC na určitý TIER není automaticky dané, že bude zkonstruováno a provozováno na stejném TIERu. Na to je potřeba mít podle dané kategorie vycvičené a certifikované specialisty, kteří se starají o chod DC. (9, 10)

Třída	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
	Basic	Redundant components	Concurently maintainable	Fault tolerant
Počet přívodů do DR	1	1	1 aktivní a 1 pasivní	2 aktivní
Redundance prvků	N	N+1	N+1	N+2
Podporovaná plocha	20 %	30 %	80 až 90 %	100 %
Průměrná hustota zátěže	1 až 3 kW/rack	3 až 5 kW/rack	5 až 30 kW/rack	5 až 30 kW/rack
Maximální doba ročního výpadku	29 hodin	22 hodin	1,6 hodiny	15 minut
Dostupnost DC dle vzorce z (2.3.2.1)	99,671 %	99,749 %	99,982 %	99,995 %

Tabulka 1 - Tabulka základních parametrů pro klasifikaci TIER (Vlastní zpracování dle: 9, 10)

#### 2.4.2 TIER I – Basic

Serverovna, nebo technologická místnost pro malé až střední organizace, která neposkytuje žádné ICT služby, není na ICT kriticky závislá, v provozu je 5 x 8 s potřebnou odstávkou a hustota zatížení se pohybuje mezi 1 až 3 kW na rack.

Tato kategorie má nízké investiční náklady v porovnání s vyššími kategoriemi. Má velmi limitovanou dobu provozu, při výpadku napájení není možné provádět servis za provozu a má malou dostupnost. (9, 10)

#### 2.4.3 TIER II – Redundant components

Serverovna pro střední organizace, která neposkytuje žádné ICT služby, je závislá na ICT (ne kriticky), v provozu je 5 x 8 s potřebnou plánovanou odstávkou a hustota zatížení se pohybuje mezi 3 až 5 kW na rack.

Tato kategorie má střední investiční náklady, musí mít redundantní systémy pro chlazení a UPS a má limitovanou dobu provozu. Při výpadku napájení v závislosti na kapacitě baterií UPS, lze provádět servis za provozu pouze na malém počtu zařízení. Pro servis více zařízení potřebuje odstávku a má střední dostupnost. (9, 10)

#### **2.4.4 TIER III – Concurrently maintainable**

DC pro větší organizace, které poskytuje ICT služby, je kriticky závislé na ICT, v provozu je 7 x 24 s potřebnou plánovanou odstávkou pouze v případě větší poruchy. Hustota zatížení se pohybuje mezi 5 až 30 kW na rack.

Tato kategorie má vysoké investiční náklady, musí mít redundantní systémy pro chlazení a UPS, při výpadku napájení lze provozovat a korektně ukončit veškeré procesy, lze částečně provádět servis i údržbu za provozu, pro servis všech zařízení potřebuje odstávku a má vysokou dostupnost. Takové DC má SPOF. (9, 10)

#### **2.4.5 TIER IV – Fault tolerant**

DC pro největší organizace a kritickou infrastrukturu, které poskytuje ICT služby, v provozu je 7 x 24 x 365 a hustota zatížení se pohybuje mezi 5 až 30 kW na rack.

Tato kategorie má nejvyšší investiční náklady (i s optimalizací TCO), musí mít veškeré systémy redundantní. Při výpadku napájení lze provozovat a díky vlastnímu generátoru elektrické energie lze provádět servis i údržbu za plného provozu a má vysokou dostupnost. Takové DC nemá SPOF (mimo katastrofy) díky kompletní redundanci. (9, 10)

### **2.5 MCN**

Pojem Mission Critical je označován za požadavek na plnou funkčnost systémů životně důležitých pro fungování organizace. MCN (Mission Critical Network) je síť s maximální dostupností, tedy síť, která musí být jednoduchá, spolehlivá, bezporuchová, nahraditelná, dostupná a musí dodržovat separátní rutinní provoz s dlouhou životností. (2, 5)

#### **2.5.1 Jednoduchost**

Jednoduchost v návrhu síťové infrastruktury znamená:

- Snížení komplexního použití
- Zrychlení odstraňování závad a údržby
- Předcházení lidským chybám
- Činnost na co nejnižší vrstvě ISO modelu (L1, L2, L3) včetně zabezpečení
- Používání HW podporujícího hot swap a modularitu

- Používání správy s grafickým rozhraním
- Segmentace sítě na snáze upravovatelné celky (5)

### 2.5.2 Separátní rutinní provoz

Oddělení rutinního provozu:

- Logické oddělení sítí s odlišným použitím (směrováním)
- Správa šířky přenosového pásma (QoS)
- Izolování vadných či nespolehlivých aplikací (5)

### 2.5.3 Spolehlivost

- Činnost síťové infrastruktury ve ztížených podmínkách
- Minimální výpadky sítě
- Životnost síťové infrastruktury minimálně 15 let
- Nadčasovost
- Dosažení spolehlivosti maximální dostupností (5)

## 2.6 NCPI

NCPI (Network Critical Physical Infrastructure) je komplexní fyzická infrastruktura nezbytná pro provoz MCN a zahrnuje napájení, chlazení, stojany, kabeláž, fyzickou a protipožární ochranu, managementové systémy a servis.

Hodnota NCPI roste s nasazením standardizace a modulárního řešení na úrovni zařízení a procesů. Lze ji spočítat pomocí následujícího vzorce: (5)

$$NCPI = \frac{Dostupnost * Akceschopnost}{TCO}$$

### 2.6.1 Modularita a Standardizace

Modularita je základem standardizace NCPI a stala se průmyslovým standardem. Nejčastější modulární řešení používané v ICT:

- Zásuvné moduly (škálovatelnost zařízení)
- Redundance modulů v zařízení (zařízení fault tolerance)
- Hot-swap moduly (servis zařízení)

Modulární komponenty jsou díky masové výrobě dostupnější, levnější (TCO), lépe škálovatelné a rychleji servisovatelné (MTTR). (5)

#### **2.6.1.1 MTBF**

MTBF (Mean Time Between Failures) je statistická veličina, která slouží k ohodnocení spolehlivosti výrobku, nebo výrobního zařízení. Udává odolnost a spolehlivost zařízení. (5)

#### **2.6.1.2 MTTR**

MTTR (Mean Time To Repair) nejčastěji zastává průměrnou dobu, po kterou měřený subjekt nevykonává očekávanou (požadovanou) činnost, případně vykazuje nadměrnou chybovost. Ke snížení hodnoty MTTR výrazně přispívají parametry zařízení typu modularita a jednoduchost opravy zařízení, nebo výměny komponentů. (5)

### **2.6.2 Dostupnost**

Standardizace zvyšuje dostupnost. Masová výroba standardizovaného a modulárního řešení zvyšuje jeho spolehlivost (MTBF), to společně s modularitou snižuje dobu opravy zařízení (MTTR). Standardizované postupy a komponenty snižují riziko vzniku chyby lidského faktoru. (5)

#### **2.6.2.1 Výpočet dostupnosti**

Stěžejním parametrem provozní spolehlivosti je dostupnost zařízení či trasy: (5)

$$Dostupnost = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

#### **2.6.3 Akceschopnost**

Standardizace zvyšuje akceschopnost. Modulární řešení zvyšuje rychlost nasazení zařízení při poruše (MTTR). Modulární stavební bloky s různě definovanou funkcionalitou zvyšují schopnost škálování. Modulární řešení komponentů zvyšují schopnost rekonfigurace (vylepšení systému). (5)

#### **2.6.4 TCO**

TCO (Total Cost of Ownership) neboli celkové náklady na vlastnictví je vyjádření pořizovacích nákladů a provozu zařízení/řešení. Modulární řešení tyto náklady snižuje.

Modulární stavební bloky podporují zjednodušení a pochopitelnost řešení, čímž snižují provozní náklady. Škálovatelná infrastruktura znamená, že se zařízení dokáže přizpůsobit kladeným požadavkům a tím sníží svoje energetické náklady. (5)

## 2.7 Redundance

Redundance je v informatice označení pro zálohu (např. záložní trasa, napájení, disk apod.), která zaručuje stálý plynulý chod i v případě poruchy, tím zvyšuje spolehlivost a dostupnost.

Redundantní zdroje se využívají u kritických aktivních prvků, u kterých se klade důraz na maximální dostupnost, jako jsou výpočetní servery, CCTV rekordéry, switche, UPS, NAS/DAS/SAN atd. Do zařízení jsou přivedeny dva napájecí kabely, běžně jsou přivedeny ze dvou různých zdrojů napájení (např. zásuvka a UPS, nebo ze dvou různých okruhů zásuvek), oba zdroje pracují na poloviční výkon a v případě selhání jednoho z nich, převezme funkční zdroj veškeré napájení zařízení, dokud se porucha neopraví. (5, 3)

### 2.7.1 RAID

Redundantní disk se používá nejčastěji ve spojení s RAID úložištěm (Redundant Array of Inexpensive Disks).

**RAID 5** se používá u tří a více disků, kde je vždy na jedné části paritní samoopravný kód – při poruše jednoho z disků, se disk jednoduše vymění a nahradí novým, na který se automaticky nahrají data.

**RAID 6** je obdoba RAID 5 s rozdílem, že každý disk má dva paritní bloky místo jednoho – dvojnásobná redundance za cenu pomalejšího zápisu do úložiště. Používá se u pěti a více disků v rámci úložiště. (5, 3)

### 2.7.2 Redundantní trasy

**Přímá** – je to trasa mezi koncovými uzly, mezi kterými není žádný aktivní prvek a je velmi důležité, aby tyto trasy vedly rozdílnou cestou.

**Nepřímá** – je to trasa mezi koncovými uzly, mezi kterými je 1 a více aktivních prvků. Doporučuje se zavádět jak přímé, tak nepřímé redundantní trasy. Výhodou nepřímé trasy



je, že trasa mezi uzly bývá více odlišná než přímá, a díky tomu se zvyšuje šance na zachování spojení, při poruše. (5, 3)

## **2.8 Zdvojená podlaha a strop**

V celém objektu je vybudovaná zdvojená podlaha i strop. Ve zdvojeném stropě vedou převážně napájecí kabely a dále různé datové kabely k čidlům a kamerám, ty ve svém návrhu nezahrnují. Ve zdvojené podlaze jsou pak vedeny optické páteřní trasy a napájecí kabely. Napájecí kabely jsou ve žlebech co nejbližší k podlaze a uprostřed uliček mezi DR, zatímco datové kabely jsou ve žlebech co nejvýše ve zdvojené podlaze a na kraji místnosti, tedy v uličkách mezi DR a stěnou sálu. Díky tomuto uspořádání kabelů jsou datové kabely lehce přístupné a zároveň napájecí kabely nezavazí, netvoří rušení a nebrání cirkulaci vzduchu (viz obrázek níže v kapitole 2.11). (5)

## **2.9 Chlazení**

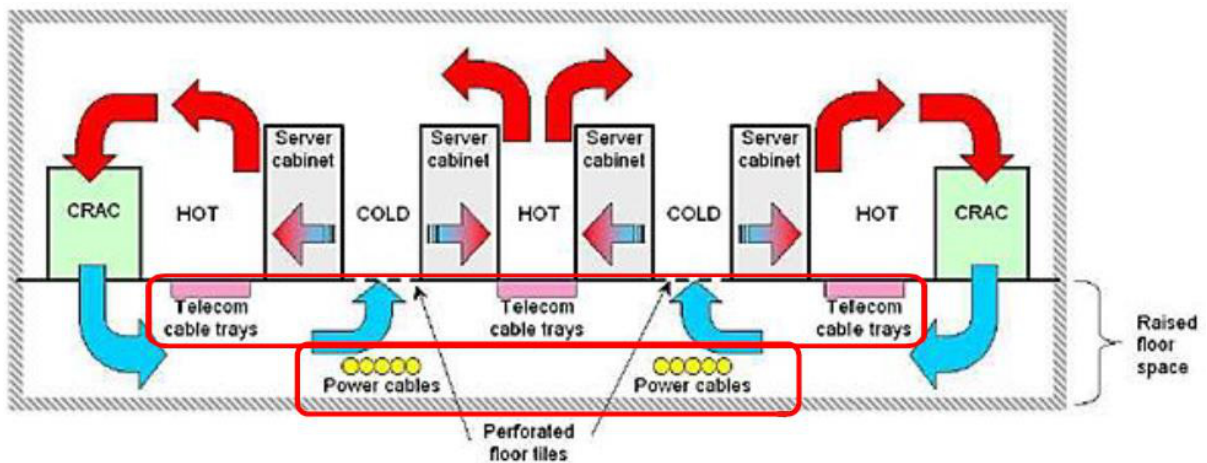
Protože je v DC velmi výkonná výpočetní technika, která spotřebuje vysoké množství elektřiny a mění část příkonu na teplo, je nutné sály efektivně ochlazovat, aby se zařízení nepoškodila přehřátím. Základem řešení je výkonná klimatizace a zefektivnění její práce, toho se dá docílit dodržením konkrétních pravidel.

### **2.9.1 Teplá a studená ulička**

DR nasává studený vzduch přední spodní stranou a vyfukuje ho zadní stranou, protože zařízení v něm mají v přední straně umístěny větráky, které nasávají vzduch, ten putuje zařízením do jeho zadní části, kde jej zadní ventilátory vyženou ven ze zařízení. Pro lepší cirkulaci a nasávání studeného vzduchu mají samotné rozvaděče vlastní ventilátory, které orientují proudění vzduchu stejným směrem (zepředu dozadu).

Proto se vytváří takzvaná teplá a studená ulička, kde studená ulička je uprostřed mezi rozvaděči a teplé uličky jsou na krajích místnosti, za zády DR. Na začátku a konci sálu jsou potom umístěny výkonné klimatizace, které mají za úkol cirkulovat studený vzduch do studených uliček a nasávat teplý vzduch z teplých uliček.

Dalším důležitým prvkem ve správné cirkulaci vzduchu v rozvaděči jsou různé cesty na správné odvádění vzduchu, speciálně se využívají u DR, které jsou osazeny velkým počtem výkonných aktivních prvků. Tyto zařízení se ukládají vždy co nejnižší do DR, kde je nejnižší vzduch, naopak do horní části se ukládá pasivní infrastruktura jako jsou patch panely, či optické vany a různé organizéry pro kabeláž. Navíc je tak lépe chráněna páteří optická infrastruktura od mechanického poškození. (6)



Obrázek 3 - Příklad uložení kabelů ve zdvojené podlaze u systému teplá a studená ulička (Zdroj: 5)

## 2.10 Topologie

Definice: topologie je kvalitativní geometrie popisující vzájemné uspořádání jednotlivých prvků. Logická topologie je způsob zapojení uzlů, nehledě na jejich fyzickém umístění. Propojení se může od fyzické topologie lišit. Fyzická topologie je reálné zapojení kabelů a uzlů, většinou se zakresluje přímo do půdorysu.

Dělení sítí podle topologie se zabývá zapojením různých prvků do počítačových sítí a zachycením jejich skutečné a logické podoby. Topologii lze zvažovat jako určitý tvar či strukturu dané sítě. Tento tvar nemusí nutně korespondovat se skutečným fyzickým rozvržením prvků, zapojených v síti. Například počítače v malé domácí síti mohou být uspořádány v pomyslném kruhovém tvaru, ale nemusí to nutně znamenat, že jejich logické zapojení představuje příklad kruhové topologie.

Dělí se na základní typy: Sběrníková topologie (bus) – sběrnice prochází okolo všech počítačů, nerozvětzuje se. Hvězdicová topologie (star) – všechny počítače připojeny k hlavnímu aktivnímu prvku. Kruhová topologie (ring) – spojení je uzavřeno a vznikne

propojením obou konců sběrnice. Stromová topologie (tree) – propojení více hvězdicových sítí (typicky v LAN). (2, 3, 5)

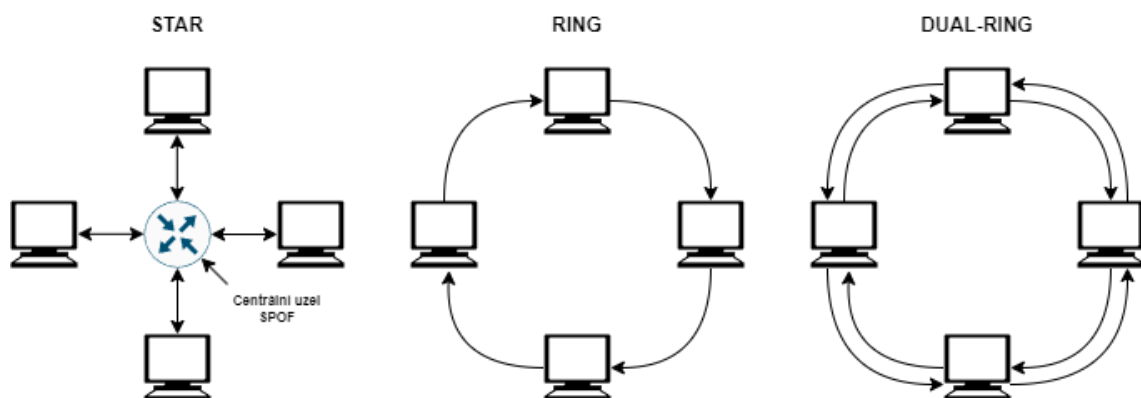
### 2.10.1 Star

Dříve se v DC používala topologie hvězdy. Přestala se používat, protože není dostatečně redundantní a hlavní prvek se tak stává kritický SPOF, při jeho selhání vypadne celá síť. Tato topologie je vyobrazena na obrázku níže. (2, 3)

### 2.10.2 Ring a Dual-Ring

Topologie kruh (uzavřená lineární topologie) má tu výhodu, že zařízení jsou spojena v kruhu, nemá SPOF. Řeší jedinou nepřímou záložní (redundantní) trasu uzavřením kruhu. Pokud někde mezi uzly nastane chyba (např. vypadne jedno zařízení, nebo se odpojí kabel spojující dva uzly), tak může komunikace probíhat druhým směrem (delší cestou). (2, 3, 5)

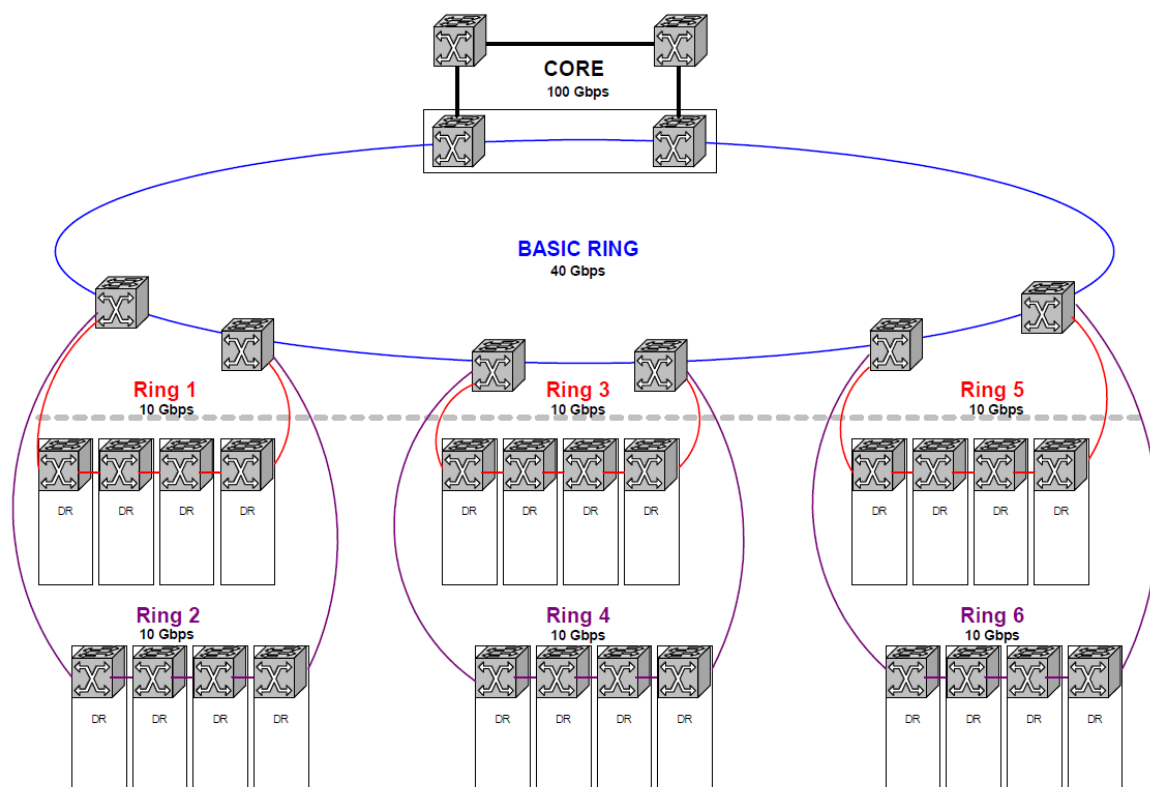
Topologie Dual-Ring staví na topologii ring, jediný rozdíl je ten, že vedení kabeláže je dvojnásobné, komunikace probíhá ve dvou směrech a je více redundantní. (2, 3, 5)



Obrázek 4 Porovnání topologií Star, Ring a Dual-Ring (Vlastní zpracování dle: 3, 5)

#### 2.10.2.1 Sub-Ring

Topologie Sub-Ring (také kruh v kruhu) je redundantní proprietární řešení, které se aplikuje v nejvíce kritických infrastrukturách. Obsahuje hlavní kruh a k němu je připojen redundantní segment (Sub-Ring), takových segmentů se může připojit mnoho. Na tomto konceptu stavím svůj návrh, kde budu mít hlavní okruh a k němu budou připojeny tři Sub-Ringy (viz obrázek dole). (3, 5)



Obrázek 5 - Logický návrh zapojení (Vlastní zpracování dle: 2)

## 2.11 Pasivní infrastruktura – Strukturovaná kabeláž

Pasivní infrastruktura je jakýkoliv síťový prvek, který data pouze přenáší, bez jakéhokoliv zásahu (např. úprava dat, redukce šumu apod.). Mezi pasivní síťové prvky patří kabely, konektory, zásuvky, spojky, PP, DR.

Strukturovaná kabeláž je obecné označení metalických a optických prvků, které umožňují propojení jednotlivých uživatelů v rámci počítačové sítě. (8, 5)

### 2.11.1 Členění infrastruktury komunikačního systému

V případě klasických metalických vedení, která dnes v oblasti strukturované kabeláže v běžných pracovních prostředích dominují, tvoří rozvody strukturované kabeláže následující komponenty: páteřní vedení, horizontální vedení, patch kabely (patch chord a optický jumper) a PP nebo optické vany. (8, 5)

### **2.11.1.1 Horizontální vedení**

Je označení pro vedení mezi DR a zásuvkou na libovolném pracovišti. Označení horizontální vedení neznamená, že trasa vede pouze horizontálně, ale obecně se vede pouze v jednom podlaží. (8, 5)

### **2.11.1.2 Páteřní vedení**

Je označení pro vedení mezi DR a jiným DR a je zásadně realizována pro data z optických kabelů. V menších aplikacích to zastává hlavní vertikální trasu mezi rozvaděči, které jsou umístěny v různých podlažích. V DC se toto označení běžně používá pro hlavní trasu mezi DR v rozvodně a DR v provozním sálu. Standardně bývá zapojeno v topologii Star, avšak v mém návrhu s požadavky na vysokou dostupnost a redundanci využiji topologii Dual-Ring pro spojení hlavních DR v rozvodnách a DR zapojených na okrajích Sub-Ringů v sálu. (8, 5)

## **2.11.2 Datový rozvaděč**

DR (Telecommunications closet) je speciální ochranný box navržený pro bezpečné uložení aktivních prvků (např. servery, switche, UPS apod.), patch panelů, organizérů kabeláže, samotné kabeláže a dalších.

Tyto rozvaděče se využívají v podstatě všude, kde je potřeba zavést síť fyzicky (např. do zásuvek, nebo jen pro připojený routeru od providera), a proto se vyrábí v několika různých velikostech. V datových centrech se nejčastěji používají ty nejvyšší, běžně jsou vysoké 42, nebo 45 U (rack unit) a standardní výška jednoho zařízení se pohybuje mezi 1 až 3 U. Jeden U je stanovená jednotka o výšce 44,45 mm (1,75 palce). Další velmi důležitý parametr je vnitřní šířka DR, tedy jak široký je vnitřní rám rozvaděče, na který se síťové prvky upevňují. Šířka rámu se udává v palcích a nejpoužívanější šířka je 19" (482,6 mm). Poslední parametr je hloubka, ta udává vzdálenost od předních dveří k zadní stěně/dveřím a běžně jsou hluboké 600 až 1200 mm. V našem případě budeme využívat DR s rozměry 800 na 800 mm a výškou 45 U, to znamená šířka zařízení 19" s maximální hloubkou kolem 700 mm. (8, 5)

### 2.11.2.1 Přepojovací panel

PP (Patch panel) je nástroj pro usnadnění správy sítě a slouží jako zakončení linek v DR, vytváří tak přípojná místa, která se využívají na propojení aktivní infrastruktury. PP jsou modulární (neosazené, osadí se libovolně dle potřeby), nebo integrované (již plně osazené, nelze měnit porty). Nejčastější výška PP je 1, nebo 2 U. 1 U dokáže osadit 24, nebo 48 portů a 2 U dokáže osadit 48, nebo 96 portů. (8, 5)

### 2.11.2.2 Optická vana

Optická vana má stejné využití jako PP pro optickou kabeláž. Je konstruovaná jako kovový box, ve kterém jsou umístěny adaptérové panely, zásobníky na spojování vláken a prostor pro uložení přebytečných vláken (rezervy).

Skládá se ze soustavy portů, přední panel poskytuje rozhraní pro vnitřní porty DR. Porty uvnitř vany jsou pevně připojené, protože nemají být v žádném případě odpojeny, zatímco vnější porty jsou určeny pro patchování (jumperry), které lze podle potřeby zapojovat a odpojovat pro připojení. V případě potřeby vytvořit dočasnou linku mezi rozvaděči, používá se FiberRunner™ (v kapitole 2.13.1) (8, 5)

### 2.11.3 Metalická kabeláž

Pro datový přenos se nejčastěji setkáme se dvěma typy kabelů: koaxiální a kroucená dvojlinka. (8, 5)

**Koaxiální kabel** (zkráceně koax) je souosý elektrický kabel s jedním válcovým vnějším vodičem (stíněním) a jedním vodičem vnitřním (jádre), které odděluje nevodivá vrstva (dielektrikum). Nejčastěji se s ním můžeme setkat v domácnostech, jako datové spojení s providerem sítě, pokud již není domácnost připojena optikou, také se pomocí koaxu připojuje TV k anténnímu vysílání.

**Kroucená dvojlinka** také kroucený pár (twisted pair), je pár kabelů používaných v telekomunikačních a počítačových sítích se symetrickým vedením signálu. Kabel je tvořen x dvojicemi vodičů, jsou mezi sebou zkrouceny jak celé páry, tak i samotné vodiče v páru (každý pár je zakroucen s jinou periodou, snižují se tím přeslechy).

V počítačových sítích se používají kabely tvořeny čtyřmi páry vodičů zakončené konektory RJ-45. Kabely se rozdělují do kategorií podle kvality sestavení a maximální

šířky pásma. Kabely nižších kategorií obvykle nepoužívají stínění – označují se UTP, kabely Cat7 a Cat7A vždy používají stínění jednotlivých párů (U/FTP), nebo celého kabelu (S/UTP, F/UTP), případně obojí (SF/FTP).

Nestíněné kabely se řadí do kategorií Cat5 (100 Mb/s, 100 MHz), Cat5e (1 Gb/s, 100 MHz), Cat6 (1 Gb/s, 250 MHz) a Cat6A (10 Gb/s, 500 MHz).

Stíněné kabely se řadí do kategorií Cat5 (100 Mb/s, 100 MHz), Cat5e (1 Gb/s, 100 MHz), Cat6 (1 Gb/s, 250 MHz), Cat6A (10 Gb/s, 500 MHz), Cat7 (10 Gb/s, 600 MHz), Cat7A (10 Gb/s, 1000 MHz). (8, 5)

Stínění	U/UTP	F/UTP	S/UTP	SF/UTP	U/FTP	F/FTP	S/FTP	SF/FTP
<b>Kolem celého kabelu</b>	Žádné	Fólie	Opletení	Opletení a fólie	Žádné	Fólie	Opletení	Opletení a fólie
<b>Kolem jednotlivých párů</b>	Žádné	Žádné	Žádné	Žádné	Fólie	Fólie	Fólie	Fólie

Tabulka 2 - Tabulka kategorizace metalických kabelů (Vlastní zpracování dle: 5)

### 2.11.3.1 UTP

UTP (unshielded twisted pair) – nestíněný kabel z nestíněných kroucených párů. Aktuálně nejpoužívanější typ metalického kabelu. Pro snížení přeslechu a zvýšení frekvence se používají různé tvary kabelů (plochý Media Twist, nebo sférický trojúhelník), anebo zvětšení vzdálenosti párů od sebe (separační páska, x/e/H-spline). Pro snížení Alien přeslechů se používá tvar sférického trojúhelníku, H-spline, nebo MATRIX páska. (8, 5)

### 2.11.3.2 SF/FTP

SF/FTP – stíněný kabel ze stíněných kroucených párů, konkrétně fólií stíněné páry se stínící fólií i stíněným oplétáním kolem svazku párů. Takový kabel může být klasifikován

až do kategorie 7A a dosahuje frekvenčního rozsahu až 1 GHz. Je nutné, aby všechny stíněné kabely byly uzemněné, stejně tak i PP a DR, do kterých jsou připojeny. (8, 5)

### 2.11.3.3 Propojovací kabel – metalika

Patch cord je propojovací kabel složený ze 4 párů kroucené dvojlinky, nejčastěji se používá UTP Cat5, Cat5e a Cat6. Na rozdíl od standardní metalické kabeláže jsou patch kabely konstruovány již zakonektorované v různých délkách od 10 cm, až po 75 m, nejpoužívanější jsou 0,5 m, 1 m, 2 m, 3 m a 5 m. Další rozdíl mezi patch cordem a standardní kabeláží je typ vodiče. Standardní metalika má vodiče z plné mědi (drát), zatímco patch cord má, pro lepší flexibilitu uvnitř DR, vodiče spletené z lanka (licna). Pro jeho měděnou spletenou konstrukci, je útlum u patch kabelu vyšší než u kabelu z drátů, takže je třeba používat tento kabel pouze na krátké vzdálenosti. (8, 5)

### 2.11.3.4 Metalické konektory – RJ-45

Koncovka RJ-45 je standardní konektor pro datovou metalickou kabeláž kroucené dvojlinky a může mít dvě podoby: samičí (zásuvka – jack) nebo samčí (konektor – plug). Je to koncovka typu 8P8C (z angličtiny: 8 pozic, 8 vodičů). K nasazení koncovek se používají krimpovací kleště. (8, 5)

### Standardy seřazení párů T568A/B

Obvykle se používají zapojení s označeními T568A nebo T568B. U patch kabelu jsou oba konce zapojeny identicky (dle stejného standardu T568A nebo T568B). Častěji se používá T568B. (8, 5)



Obrázek 6 - Logický návrh zapojení (Vlastní zpracování dle: 5)



#### 2.11.4 Optická kabeláž

Optické vlákno (optical fiber) je tenké vlákno konstruované ze skla nebo plastu, které prostřednictvím světla přenáší signál ve směru své podélné osy. Optická vlákna jsou, díky malému útlumu, využívána pro přenos dat na delší vzdálenosti a zároveň při vyšších přenosových rychlostech (10 Gb/s až desítky Tb/s) než kabeláž metalická. Optika se využívá místo metaliky, protože signály jsou přenášeny s menší ztrátou a zároveň jsou vlákna imunní vůči elektromagnetickému rušení, navíc má optický kabel mnohem menší průměr, díky kterému se s ním lépe manipuluje a obsadí menší kapacitu ve žlabech. Jedinou nevýhodou optické kabeláže je jeho křehkost, na kterou je nutné brát ohled při manipulaci, lehce se může zlomit, nebo jinak poškodit, to má za následek ztráty nebo v případě zlomení i kompletní zničení kabelu. Zničený kabel je nutno celý nahradit, v kritických aplikacích je naprosto nepřijatelné svařování a jiné způsoby spojení. (8, 5)

##### Konstrukce optických kabelů

Standardní optický kabel SM má jádro 9  $\mu\text{m}$ , odraznou vrstvu 125  $\mu\text{m}$ , primární ochranu 250  $\mu\text{m}$  a sekundární ochranu 900  $\mu\text{m}$ . Základní rozdíl v konstrukci optických kabelů spočívá v sekundární ochraně.

**Těsná sekundární ochrana** má pevný plášť, který se nabaluje přímo na ochranu primární = trubička. Dále se rozděluje podle toho, zda má každé vlákno svůj plášť nebo jestli má více vláken společný plášť. Typy optických kabelů s těsnou sekundární vrstvou: simplex, duplex, breakout, OPDS, INTEX.

**Volná sekundární ochrana** má tekutou polymerní vrstvu bezprostředně na primární ochraně tak, že celkový průměr vlákna se zvýší na 0,9 až 1,1 mm, kolem volné ochrany musí být ještě pevná, která udržuje polymerní vrstvu uvnitř – při vertikální aplikaci vrstva vyteče = nelze aplikovat. Dále se dělí na MFPT – CT / MT. MFPT-CT – obsahuje jedinou trubičku, do které se vkládají vlákna, MFPT-MT se liší od MFPT-CT tím, že obsahuje více trubiček pro uložení vláken. (8, 5)

##### 2.11.4.1 Multi Mode

Vícevidové optické vlákno (MM) je druh optického vlákna, který je nejčastěji používán pro komunikaci na krátké vzdálenosti, jako například uvnitř budovy nebo areálu. Rychlost přenosu u vícevidových linek se pohybuje okolo 10 Gbit/s na vzdálenosti do

600 metrů, což je více než dostačující pro většinu prostor. MM má jádro 50  $\mu\text{m}$ , průměr odrazné vrstvy 125  $\mu\text{m}$  a buffer – volná ochrana 250, těsná 900. Dále se dělí na:

**SI** (se skokovým indexem lomu) – do vlákna vstupují vidy (paprsky) pod mnoha úhly, které se šíří totálním odrazem a vytváří vícevidový způsob šíření signálu.

**GI** (gradientní vlákno) – vlákno je tvořeno z tisíce tenkých vrstev, které se liší indexem lomu. Paprsek opisuje sinusovou křivku = eliminace vidové disperze = menší zkreslení. (8, 5)

#### **2.11.4.2 Single Mode**

Jednovidové optické vlákno (SM) je druh optického vlákna, který je používán pro přenos dat na větší vzdálenosti (mezi městy, státy, kontinenty). V moderní době se převážně používají SM vlákna na všechny aplikace. SM má jádro 9  $\mu\text{m}$ , průměr odrazné vrstvy 125  $\mu\text{m}$  a buffer – volná ochrana 250, těsná 900  $\mu\text{m}$ . (8, 5)

#### **2.11.4.3 Propojovací kabel – optika**

Optický Jumper je propojovací optický kabel, který slouží, stejně jako patch cord, k propojení na krátkou vzdálenost, nejčastěji v DR a má již nainstalované konektory. Oproti patch kabelu nemá optický jumper odlišnou konstrukci od standardní kabeláže, konstruován je stejně, akorát je již zakončovaný. Konektory na optickém jumperu mohou být odlišné, ale převážně se konektují stejnou koncovkou (závisí na aplikaci). (8, 5)

#### **2.11.4.4 Optické konektory**

Optické konektory se dělí podle tvaru otvoru na: kruhový otvor a standardní obdélníkový. Mezi kruhové patří SMA, ST (bajonet uchycení) a FC (se závitem). Mezi obdélníkové patří např.: SC, Opti Jack, LC a MT. (8, 5)

#### **2.11.4.5 Optické konektory se zámkem**

Zamykatelné konektory – bezpečnostní stupeň 1 (2.3.2) a klíčované – bezpečnostní stupeň 2 (2.3.3) jsou speciální patentované ochranné prvky značky Panduit, které se využívají v kritických aplikacích, a proto budou všechny konektory v DC zamykatelné i klíčované. (2, 5, 8, 7)

## 2.12 Systém rychlého přepojování – QuickNet™

Při provozování kritických centrálních uzlů (jako jsou serverovny a DC) často dochází ke změnám a je potřeba zajistit, aby přepojení bylo rychlé a modulární. QuickNet™ od značky Panduit je systém rychlého přepojování založený na modularitě a umožňuje přepojovat svazky kabelů po šesti portech v takzvaných kazetách, které se připojí jako jeden velký port do speciálního patch panelu. Dá se využít jak s metalikou, tak s optikou.

V návrhu řešení s tímto systémem nepracuji, ale veškerá infrastruktura je připravena na implementaci tohoto řešení. (8, 5, 6)



Obrázek 7 - Panduit – QuickNet™ (Zdroj: 8)

## 2.13 Žlaby

Jak již bylo zmíněno, datové kabely jsou vedeny z rozvodny do sálu ve žlabech uvnitř zdvojené podlahy a vedou při kraji místnosti. Tyto žlaby jsou výhradně uzavřené žlaby, protože jsou bezpečnější než žlaby drátěné.

Je však třeba dbát na různá pravidla umístění žlabů a je potřeba zabránit ostrým hranám, které by mohly poškodit kabel. Dále je nutné, aby měly žlaby dostatečnou kapacitu a zvládly tak pojmout minimálně dvojnásobek vypočítaného průřezu profilu trasy (svazku kabelů), kvůli rezervě pro ohyby a kroucení kabelů a případnému rozšíření sítě. (8, 5, 2, 6)

### 2.13.1 Fiber runner™

Systém flexibilního rozvodu datových kabelů (FiberRunner™) od značky Panduit je soubor kanálů, tvarovek a montážních konzol, které lze sestavit tak, aby vytvořily strukturu modulárního a flexibilního vedení ve žlabu nad DR, které vede a chrání datové kabely.

Tento typ systému je profesionální řešení celkové správy kabelů a převážně optických jumperů, které brání jejich fyzickému poškození a zároveň usnadňuje práci správci sítě při přepojování dočasných linek mezi různými rozvaděči. Využívá se převážně v DC, v případě, že je potřeba vytvořit dočasné spojení dvou DR, předchází se tak manipulaci s kabely ve zdvojené podlaze a snižuje se riziko poškození vedení a chyby při přepojování kabelů. FiberRunner™ je modulární jako stavebnice a díky širokému výběru odlišných dílů lze vždy sestavit ideální řešení pro jakoukoli sestavu v místnosti a lze i využít jako dočasné spojení rozvaděčů v odlišných sálech, pokud je tento systém propojen mezi místnostmi. (11, 8, 5, 2, 6, 7)



Obrázek 8 - Panduit FiberRunner® (Zdroj: 11)

## 2.14 Aktivní infrastruktura

Aktivní infrastruktura je jakýkoliv síťový prvek, který jakkoli upravuje data (zesiluje, modifikuje, mění, nebo jen přeposílá), proto i repeater, který na první pohled s daty nepracuje, patří mezi aktivní síťové prvky.

Mezi aktivní síťové prvky patří switch, router, hub, bridge, repeater, počítač (se síťovou kartou), server, kamera a jakékoliv další zařízení, které pracuje s daty. (5)

### 2.14.1 Přepínač

Přepínač (switch) je aktivní síťový prvek pracující na linkové (druhé) vrstvě referenčního modelu ISO/OSI. Switch propojuje jednotlivé prvky sítě nebo sítě samotné. Funguje podobně jako hub, rozdíl je v přeposílání rámců, které neposílá na všechny porty, ale podle MAC adresy zjistí, kam má daný rámec poslat. K tomu používá algoritmus Backward Learning Algorithm. Z adres odesílatelů, uvedených v rámci, si přepínač automaticky plní MAC tabulku identifikující cílová rozhraní pro jednotlivé adresy. Pokud přepínač dostane k doručení rámec směřující na jemu dosud neznámou adresu, zachová se stejně jako hub a odešle rámec na všechny porty a očekává, že oslovená stanice odpoví a switch se tak zpětně dozví, kde se neznámá adresa nachází a zapíše si ji do tabulky. (5, 12)

#### 2.14.1.1 L3 Switch

L3 switch je přepínač, který pracuje na síťové (třetí) vrstvě referenčního modelu ISO/OSI. Funguje na stejném principu jako klasický switch, ale k tomu umí routovat (směrovat) pomocí IP adres, tedy chová se jako router. Na rozdíl od routeru má L3 switch lepší obvody a asociativní paměť, díky tomu má nižší latenci.

L4 switch je přepínač, který pracuje na transportní (čtvrté) vrstvě referenčního modelu ISO/OSI. Funguje na stejném principu jako L3 switch, navíc umí omezit a upřednostnit pakety podle dat z čtvrté až sedmé vrstvy, například podle důležitosti čísla portu. (5, 12)

### 2.14.2 Server

Server (host, nebo service) je počítač, který poskytuje služby klientům (model klient-server). Tyto služby, které nabízí jednomu nebo více počítačům, jsou např.: sdílení disků, DNS, webový, e-mail server apod. Server je přesněji řečeno počítačový program, proces

nebo zařízení, které slouží ke spuštění jednoho nebo více serverových programů. Běžně se jedná o velmi výkonnou stanici, ale server může být jakékoli zařízení, na kterém běží serverový software nebo které poskytuje službu jiným zařízením. (5, 12)

### 2.14.3 Zdroj nepřerušovaného napájení

UPS (Uninterruptible Power Supply) je zařízení s baterií o vysoké kapacitě, které slouží jako dočasný záložní zdroj, při výpadku napájení. V momentě, kdy vypadne proud, je zařízení plně napájeno z baterie UPS a má možnost uložit a ukončit běžící procesy a bezpečně se vypnout. Pokud je výpadek krátký, zařízení nepřestane fungovat. Pokud je výpadek delší, má správce sítě čas zapnout záložní zdroj napájení (generátor elektřiny). UPS je téměř nutné pro provoz jakéhokoli serveru a je nezbytně nutné pro DC, které má požadavky na maximální dostupnost a provoz 7 x 24 x 365.

U akumulátoru v UPS je omezená životnost, speciálně pokud je pod konstantní zátěží a ve vysokých teplotách. Akumulátor je nutné pravidelně kontrolovat a měnit jednou během dvou až pěti let, záleží na kapacitě, vytížení, pracovní teplotě a zpracování celé UPS.

UPS se rozlišuje na tři základní typy:

**Off-line** – Napětí prochází ze vstupu přímo na výstup, při výpadku napájení se přepne výstup na napájení z akumulátoru.

**Line-interactive** – Funguje jako Off-line s výhodou skokové stabilizace výstupního napětí, aby se co nejvíce blížilo požadovanému napětí. Při nestabilitě nebo při úplném výpadku napětí dochází k přepnutí výstupu na napájení z akumulátoru.

**On-line** – Používá metodu "dvojitě konverze", přijímá střídavý vstup, ten usměrňuje na stejnosměrný proud, který prochází akumulátorem, a poté invertuje zpět na střídavý proud 230 V pro napájení chráněného zařízení. Výhodou tohoto typu je také **bypass**, který slouží k přímému propojení vstupu a výstupu v případě nějakého problému v UPS. Díky bypassu je možné UPS servisovat bez nutnosti restartovat napájené zařízení. (5, 12)

## 2.15 Datové centrum

DC je speciálně navržené zabezpečené místo, které má optimalizovanou spotřebu elektrické energie, využívá hospodárný hardware a jeho virtualizaci.

Datové centrum (DC) lze definovat jako prostor pro uložení počítačových technologií a přidružených technologií jako jsou telekomunikační a centralizovaná úložiště, ať už fyzické nebo virtuální, pro skladování, řízení a šíření údajů a informací (poskytuje ICT služby). Dále může DC sloužit jako provozovatel infrastruktury a zákazníci si v něm mohou pronajmout úložiště, výpočetní výkon, místo v rozvaděči pro svoje zařízení, několik rozvaděčů, nebo dokonce celý sál. (5, 9, 10)

## **3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU**

Tato kapitola analyzuje aktuální stav objektu a primárně tu část, ve které se plánuje realizace síťové infrastruktury. Dále řeší požadavky na nový návrh, shrnutí analýzy a výběr návrhu.

### **3.1 Popis areálu**

DC se nachází na pozemku v České republice. Velikost pozemku činí zhruba 6000 m<sup>2</sup>, v přízemí je situována administrativní budova s přístupem do suterénu, kde se nachází komplex, kde byl původně plánován armádní podzemní bunkr. Bunkr byl vystavěn, ale nebyl používán pro armádní účely. Později se v něm vybudovalo DC, které provozovala nejmenovaná společnost, která po čase bunkr opustila a zanechala po sobě veškerou infrastrukturu.

V rámci projektu, praxí a zpracovávání bakalářské práce jsem měl možnost se pohybovat po areálu a podílet se na demontáži a revitalizaci DC. Díky těmto praktickým zkušenostem jsem nahlédl do jádra DC a zjistil všechny potřebné informace k vypracování návrhu.

#### **3.1.1 Detailní popis místností**

V rámci návrhu zapojení budu pracovat se třemi místnostmi a chodbou. Na chodbě nebude žádná infrastruktura, pouze ve zdvojené podlaze budou žlaby, ve kterých bude vedeno páteřní vedení.

V rozvodnách je přívod datových kabelů od providera, které budou připojeny do hlavních DR, ze kterých povede páteřní infrastruktura do sálu. V samotném sálu bude veškerá síťová infrastruktura včetně 24 DR.

Všechny místnosti mají zdvojenou podlahu i strop.

##### **3.1.1.1 Rozvodna 0.72**

Rozvodna 0.72 je hlavní rozvodna o ploše 17,6 m<sup>2</sup>, ve které bude hlavní DR-0.72-AA.03. Z této rozvodny povede primární páteřní okruh přes chodbu do přední části sálu 0.70 a zároveň páteřní spojení s redundantní rozvodnou 0.75.



### 3.1.1.2 Rozvodna 0.75

Rozvodna 0.75 je sekundární (redundantní) o ploše 18 m<sup>2</sup>, ve které bude záložní DR-0.75-AA.07. Z této rozvodny povede redundantní páteřní okruh přímo do zadní části sálu 0.70 a zároveň páteřní spojení s hlavní rozvodnou 0.72.

### 3.1.1.3 Sál 0.70

Sál 0.70 je místnost o ploše 118,5 m<sup>2</sup>, ve které bude umístěno 24 DR, první DR-0,70-AF.02 a poslední DR-0.70-BC.07. Rozvaděče budou umístěny vždy po čtyřech a budou tvořit tři totožné Sub-Ringy. Součástí infrastruktury v sále jsou dvě klimatizace, jedna v přední části a druhá v části zadní. Díky rozmístění DR v sále a jejímu tvaru bude vytvořena jedna studená ulička uprostřed sálu a dvě teplé uličky za rozvaděči podél stěn.

## 3.2 Aktuální stav síťové infrastruktury

Aktuální stav celého komplexu je velmi zastaralý, tudíž jako první krok je potřeba kompletně vyklidit všechnu infrastrukturu a nahradit ji moderním řešením.

### 3.2.1 Aktuální stav kabeláže

Původní řešení bylo konstruováno v topologii hvězda, tedy ke každému DR vedly z rozvodny 0.72, chodbou v protipožárním žlabu, páteřní rozvody zvlášť (SPOF). Do sálu vedl velký metalický svazek UTP Cat6 kabelů a malý optický svazek MM OPDS kabelů. V sále jsou plechové uzavřené žlaby, které se rozcházejí do teplých uliček.

Pro představu jsem přiložil dvě fotografie pořízené v konkrétním DC (viz obrázky níže).



Obrázek 9 - Aktuální stav kabeláže vlevo chodba, vpravo sál (Vlastní fotografie)

### **3.2.2 Aktuální stav rozvaděčů**

DR jsou v sále uspořádány nepravidelně a do každého rozvaděče vede rozdílný počet metalických a optických kabelů, z toho se dá usuzovat, že DC nebylo modulární, právě naopak bylo zapojeno podle tehdejších potřeb. Uvnitř DR byly staré servery, UPS, switche a PP. Pro metalickou kabeláž se využívalo konektorů RJ-45 a patch cordů UTP Cat5e. Pro optickou kabeláž se využívalo konektorů převážně ST a LC a duplexních MM optických jumperů.

### **3.3 Požadavky na nový návrh**

Mezi hlavní požadavky patří zachovat původní stavební strukturu budovy (retrofit – minimální stavební práce) a přizpůsobit se dostupné energetické infrastruktuře. Zároveň se požaduje demontovat aktuální infrastrukturu a vybudovat DC TIER IV s maximální modularitou, dostupností, akceschopností a minimálními náklady (TCO) dle standardizace NCPI s minimálním počtem výpadků, minimální dobou na opravu poruchy MTTR a maximální dobou mezi poruchami (MTBF). Je vyžadován také nepřetržitý provoz 7 x 24 x365, redundance N+1 a hustota zátěže 5 až 30 kW na DR.

Je plánováno, že DC bude provozováno větší společností, a to jak pro chod vlastní IT infrastruktury a provozování kritických IT aplikací, tak i k pronájmu částí provozované plochy k provozu IT infrastruktury zákazníků.

### **3.4 Shrnutí analýzy**

Analýza obsahuje ty nejdůležitější informace o budově a o aktuální situaci rozmístění síťové infrastruktury. Dále analýza udává požadavky na nový návrh, podle kterých se bude odvíjet další kapitola této práce.

Z analýzy nám vyplývá, že pro splnění požadavků od zadavatele a zároveň certifikace TIER IV, je nutné vybrat první návrh.

## 4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ A JEJICH PŘÍNOS

Na základě provedených analýz a teoretických východisk z předcházejících kapitol jsem vypracoval vlastní návrh řešení. Tato kapitola bude obsahovat návrh umístění datových rozvaděčů a optických páteřních tras, vybavení datových rozvaděčů včetně aktivních prvků a kompletní zapojení včetně páteřní infrastruktury. Dále bude obsahovat návrh jednotlivých zařízení a produktů, které budou v projektu použity. Celá infrastruktura je stavěna na optické kabeláži od optických van, přes jumpery, až po switche.

Následně bude v práci provedeno ekonomické zhodnocení projektu, které bude obsahovat cenový odhad součtu hodin strávených na fyzické rekognoskaci, návrhu, výběru vhodného řešení a výsledného vypracování projektu. Součástí tohoto ekonomického zhodnocení bude také cenové porovnání s nejmenovanou firmou.

### 4.1 Metodika značení

V rozvodnách a v sále jsem do půdorysu zakreslil navíc šachovnici s písmeny AA až BG na ose x a s čísly 00 až 09 na ose y. Pomocí tohoto značení os jsou označeny DR podle průsečíků (pokud stojí rozvaděč v sálu 0.70 a na ose x AF a ose y 02, označí se DR-0.70-AF.02). Takové značení je velmi důležité pro správnou orientaci správce, neboť všechny pasivní prvky jsou označeny podle příslušných míst, případně kombinací dvou míst. Půdorys se značením kót a šachovnic je v příloze č. 1: Výkresová dokumentace.

#### 4.1.1 Značení místností

Místnosti v mém návrhu jsou značeny stejně, jako v celém půdorysu budovy. Proto využívám označení 0.70 až 0.78. Podle původního půdorysu je sál označen 0.70, hlavní rozvodna 0.72 a místnost, která bude sloužit jako redundantní rozvodna je označena 0.75.

#### 4.1.2 Značení sálu 0.70

Sál je značen šachovnicí s písmeny AA až BG na ose x a s čísly 00 až 09 na ose y. Pomocí šachovnicového značení os jsou označeny DR podle průsečíků.

### **4.1.3 Značení rozvoden 0.72 a 0.75**

Hlavní rozvodna 0.72 je značena šachovnicí s písmeny AA až AH na ose x a s čísly 00 až 06 na ose y. Hlavní rozvaděč je označen DR-0.72-AA.03

Redundantní rozvodna 0.75 je značena šachovnicí s písmeny AA až AE na ose x a s čísly 00 až 09 na ose y. Sekundární rozvaděč je označen DR-0.75-AA.07

### **4.1.4 Značení DR**

Jak již bylo zmíněno DR jsou označeny podle průsečíků pomocí šachovnicového značení os. V sálu 0.70 je dohromady 24 DR, proto je nutné je správně rozlišit dle jejich umístění. Uspodňuje to práci správce sítě i orientaci. Pomocí značení DR je dále značena i infrastruktura uvnitř konkrétního DR.

#### **4.1.4.1 Značení unitů**

DR, které používám v mém návrhu mají výšku 45U. Značení unitů v DR je následovné: unity se značí od vrchní části po spodní, U1 je první unit a je v prvním sloupci, U45 je poslední unit a je nejbližší k podlaze. Ve vrchní části budou optické vany a kabelážní organizéry, zatímco ve spodní části bude UPS (nejníže) a nad UPS se budou instalovat servery, disková pole apod.

#### **4.1.5 Značení switchů**

Switche budou značeny pomocí jména DR a přidáním koncovky SW.1, nebo SW.A. Switch s číslem je switch pro aktivní infrastrukturu uvnitř DR, switch s písmenem, je páteřní switch. Např. DR-0.70-AF.02-SW.A je switch v rozvaděči DR-0.70-AF.02 a je to switch hlavní páteře A.

#### **4.1.6 Značení optických van**

Optické vany budou značeny pomocí jména DR a přidáním koncovky PP.A, nebo PP.A-R1. Vana pouze s písmenem je páteřní vana a vana s písmenem a koncovkou Rx je vana pro Sub-Ring kde x značí číslo kruhu. Např. DR-0.70-AF.02-PP.A-R1 je vana v rozvaděči DR-0.70-AF.02 a je to vana hlavní páteře A a Sub-Ringu 1.

#### **4.1.7 Značení konektorů**

Optické porty budou značeny pomocí jména optických van a přidáním koncovky, která bude číslo portu v pořadí zleva a označení A, nebo B (písmeno značí směr komunikace). Např. DR-0.70-AF.02-PP.A-R1-01A je port na první pozici v rozvaděči DR-0.70-AF.02, ve vaně 0.70-AF.02-PP.A-R1.

#### **4.1.8 Značení kabelů**

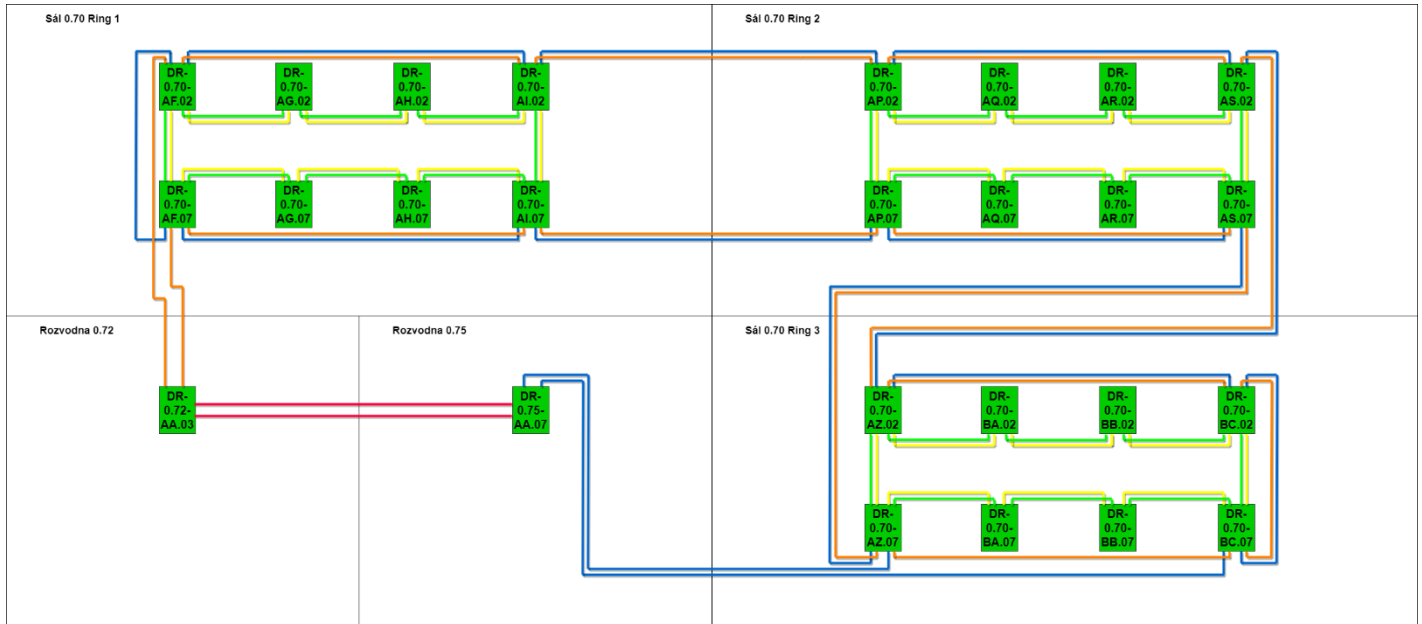
Značení optických kabelů je realizováno podle TIA-606. Např. kabel vedoucí z DR-0.72-AA.03-PP.13B do DR-0.70-AF.02-PP.A-R1-01A bude označen DR-0.72-AA.03-PP.13B/DR-0.70-AF.02-PP.A-R1-01A.

### **4.2 Logický návrh řešení**

Návrh zapojení infrastruktury je založen na topologii Ring, konkrétně na topologii Dual-Ring se třemi Sub-Ringy (v každém Sub-Ringu bude osm DR). Tato metoda zapojení se používá v moderních nejvíce kritických infrastrukturách, jako jsou právě datová centra, tunely, nebo elektrárny. Tento logický návrh je univerzální a je aplikovatelný na jakoukoli budovu, která má dvě rozvodny a sál. V případě vícero sálů, by se do rozvoden přidalo více DR a zapojení sálů by bylo identické, změnilo by se pouze číslo místnosti.

### 4.2.1 Logický návrh zapojení páteřní infrastruktury

Tento návrh obsahuje jednoduchý nákres, který zobrazuje logické propojení DR. Jsou rozřazeny na primární a sekundární rozvodnu a sál je rozdělen na tři Sub-Ringy (viz obrázek).



Obrázek 10 - Logický návrh zapojení páteřní infrastruktury (Vlastní zpracování)

### 4.3 Fyzický návrh řešení

V této kapitole se pracuje s logickým návrhem z kapitoly 4.2 a je zpracován do konkrétní budovy s půdorysem. Redundantní bude jak páteřní vedení, tak i jednotlivé Sub-Ringy a switche pro zajištění maximální dostupnosti a redundance N+1.

#### 4.3.1 Fyzické umístění infrastruktury v půdorysu

Tento návrh obsahuje nákres v půdorysu budovy DC, který zobrazuje fyzické (reálné) propojení DR na konkrétních pozicích. Jsou rozřazeny na primární (0.72) a sekundární (0.75) rozvodnu a sál (0.70), který je rozdělen na tři Sub-Ringy (Ring 1, 2 a 3) (viz Příloha č. 2: Výkresová dokumentace strukturované kabeláže).

#### 4.3.2 DR v rozvodně

Zde budu popisovat hlavní DR v rozvodnách na konkrétním příkladu **DR-0.72-AA.03**.

DR v rozvodně, ať už 0.72 nebo 0.75, slouží jako centrální body hlavního kruhu, protože je k nim do optické vany (např. DR-0.72-AA.03-PP.PA) přiveden přívod datových kabelů od providera. Z těchto van vede jumper do switche (např. DR-0.72-AA.03-SW.A) a z něj do van (DR-0.72-AA.03-PP.A), které jsou již součástí primárního okruhu (viz obrázek 4.3.2.2).

#### 4.3.2.1 Osazení DR

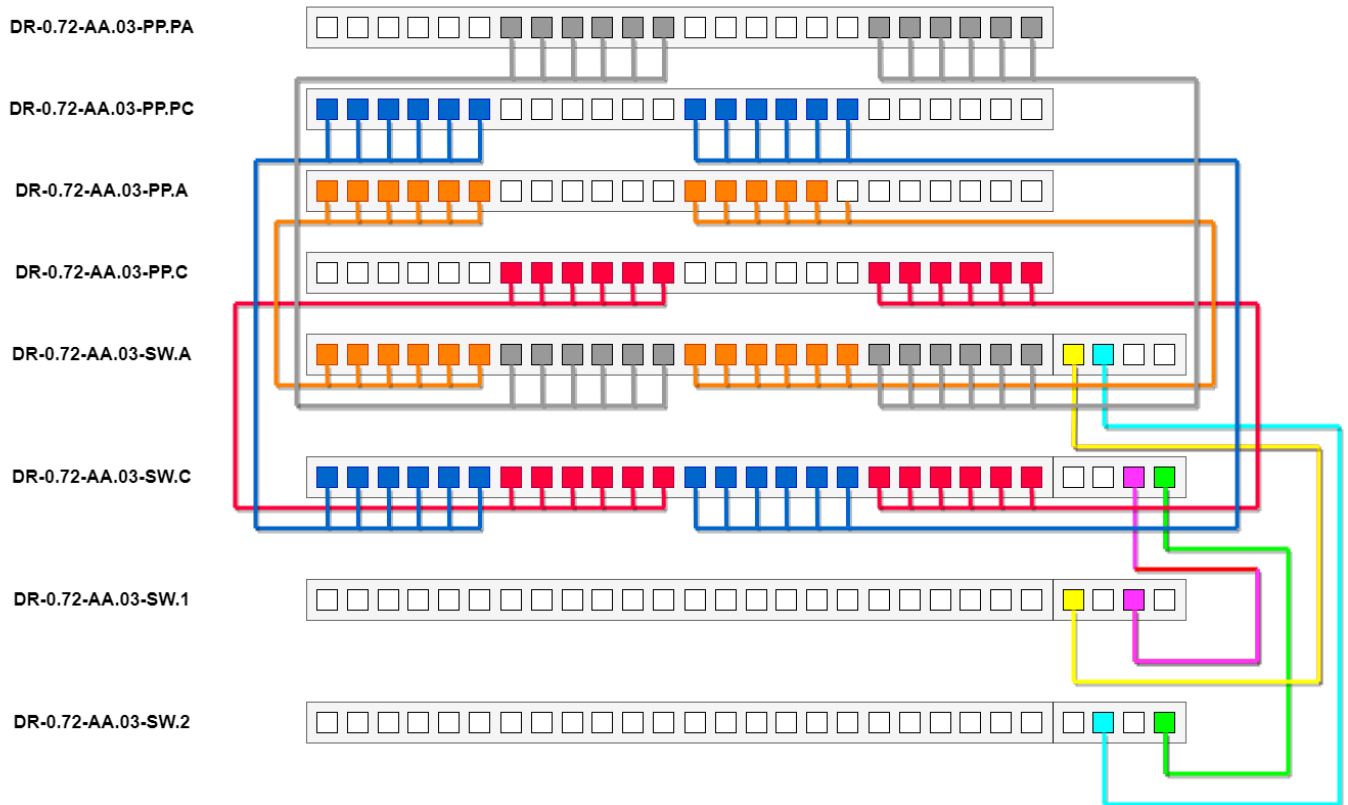
Každý DR bude mít ve vrchní části optické vany pro páteř a pro přívod od providera a organizéry pro kabeláž, organizéry bude také osazena levá i pravá strana rámu rozvaděče po jeho celé výšce. Pod vanou budou optické switche pro páteř a pod nimi switche pro zařízení v DR (viz obrázek).

		DR-0.72-AA.03		komentář
U1	vertikální organizér	vana	vertikální organizér	DR-0.72-AA.03-PP.PA
U2		organizér		
U3		vana		DR-0.72-AA.03-PP.PC
U4		vana		DR-0.72-AA.03-PP.A
U5		organizér		
U6		vana		DR-0.72-AA.03-PP.C
U7				
U8				
U9		switch		DR-0.72-AA.03-SW.A
U10		organizér		
U11		switch		DR-0.72-AA.03-SW.C
U12		organizér		
U13		switch		DR-0.72-AA.03-SW.1
U14		organizér		
U15		switch		DR-0.72-AA.03-SW.2
U16				
U17				
U18				
U19				
U20				
.				
.				
.				
U45				

Obrázek 11 - Příklad osazení DR v rozvodně (Vlastní zpracování)

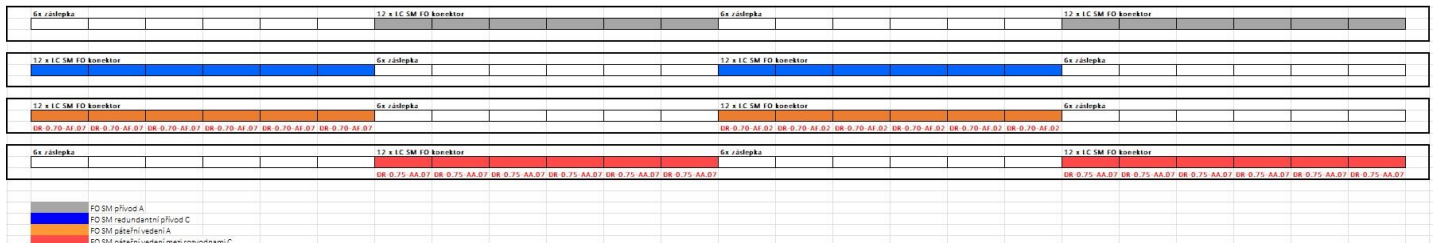
## Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury

DR-0.72-AA.03



Obrázek 12 - Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury DR v rozvodně (Vlastní zpracování)

### 4.3.2.2 Osazení optických van



Obrázek 13 – Příklad osazení optické vany DR v rozvodně (Vlastní zpracování)

### 4.3.3 DR v sále na okraji kruhu

Zde budu popisovat DR na okraji Sub-Ringů na konkrétním příkladu **DR-0.70-AF.02**.

DR v sále, na okraji Sub-Ringu slouží jako centrální body Sub-Ringu a zároveň body hlavního kruhu, protože je k nim do optické vany (např. DR-0.70-AF.02-PP.A) přivedeno páteřní vedení a zároveň Sub-Ring (např. do DR-0.70-AF.02-PP.A-R1). Z páteřních van vede jumper do páteřního switche (např. DR-0.70-AF.02-SW.A) a z něj do switche (DR-0.70-AF.02-SW.A-R1), který je součástí Sub-Ringu 1 (viz obrázek 4.3.3.2).



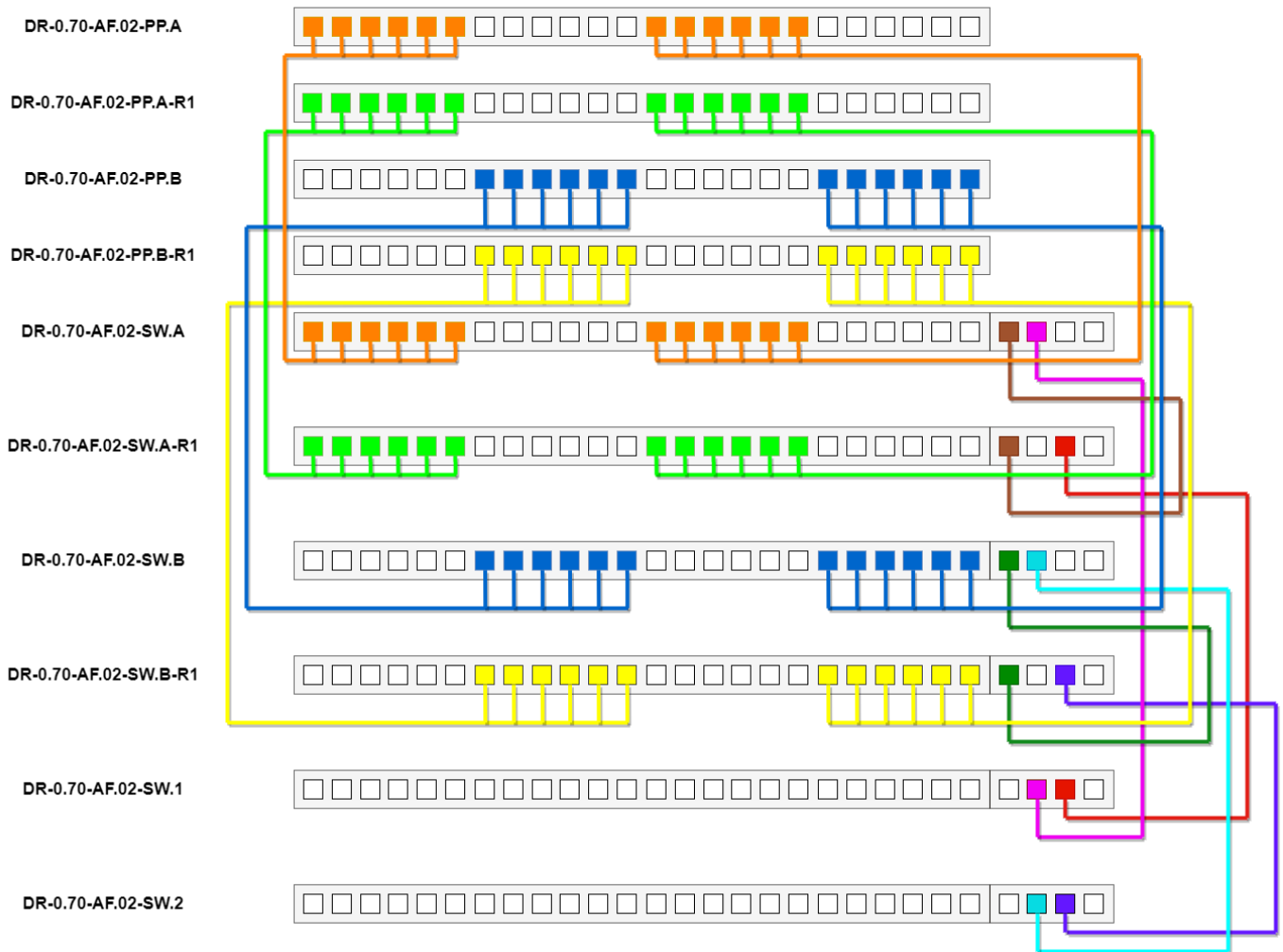
### 4.3.3.1 Osazení DR

Každý DR v sále na okraji Sub-Ringu (tedy vždy čtyři z osmi DR v kruhu) bude mít ve vrchní části optické vany pro páteř a pro Sub-Ring a organizéry pro kabeláž, organizéry bude také osazena levá i pravá strana rámu rozvaděče po jeho celé výšce. Pod vanami budou optické switche pro páteř, pod nimi budou switche pro Sub-Ring a nakonec switche pro zařízení v DR (viz obrázek).

	DR-0.70-AF.02		komentář
U1	vertikální organizér	vana	DR-0.70-AF.02-PP.A
U2		organizér	
U3		vana	DR-0.70-AF.02-PP.A-R1
U4		vana	DR-0.70-AF.02-PP.B
U5		organizér	
U6		vana	DR-0.70-AF.02-PP.B-R1
U7			
U8			
U9		switch	DR-0.70-AF.02-SW.A
U10		organizér	
U11		switch	DR-0.70-AF.02-SW.A-R1
U12		switch	DR-0.70-AF.02-SW.B
U13		organizér	
U14		switch	DR-0.70-AF.02-SW.B-R1
U15		organizér	
U16		switch	DR-0.70-AF.02-SW.1
U17		organizér	
U18		switch	DR-0.70-AF.02-SW.2
U19			
U20			
.			
.			
.			
U45	vertikální organizér		

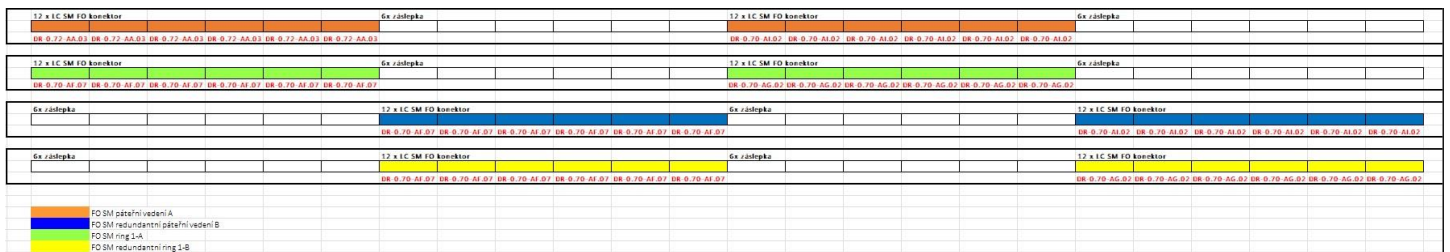
Obrázek 14 - Příklad osazení DR v sálu na kraji Sub-Ringu (Vlastní zpracování)

### 4.3.3.2 Zapojení páteřní infrastruktury DR-0.70-AF.02



Obrázek 15 - Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury DR v sálu na kraji Sub-Ringu (Vlastní zpracování)

### 4.3.3.3 Osazení optických van



Obrázek 16 – Příklad osazení optické vany DR v sálu na kraji Sub-Ringu (Vlastní zpracování)

#### 4.3.4 DR v sálu uvnitř kruhu

Zde budu popisovat DR uvnitř Sub-Ringů na konkrétním příkladu **DR-0.70-AG.02**.

DR v sálu, mimo okraj Sub-Ringu jsou připojeny pouze k Sub-Ringu. K hlavnímu okruhu nejsou připojeny. Je k nim tedy přivedeno pouze vedení Sub-Ringu (např. do DR-0.70-AG.02-PP.A-R1). Ze Sub-Ringových optických van vede jumper do Sub-Ringového switche (např. DR-0.70-AG.02-SW.A-R1) a z něj do switche (DR-0.70-AG.02-SW.1), který slouží jako switch pro zařízení v DR (viz obrázek 4.3.4.2).

##### 4.3.4.1 Osazení DR

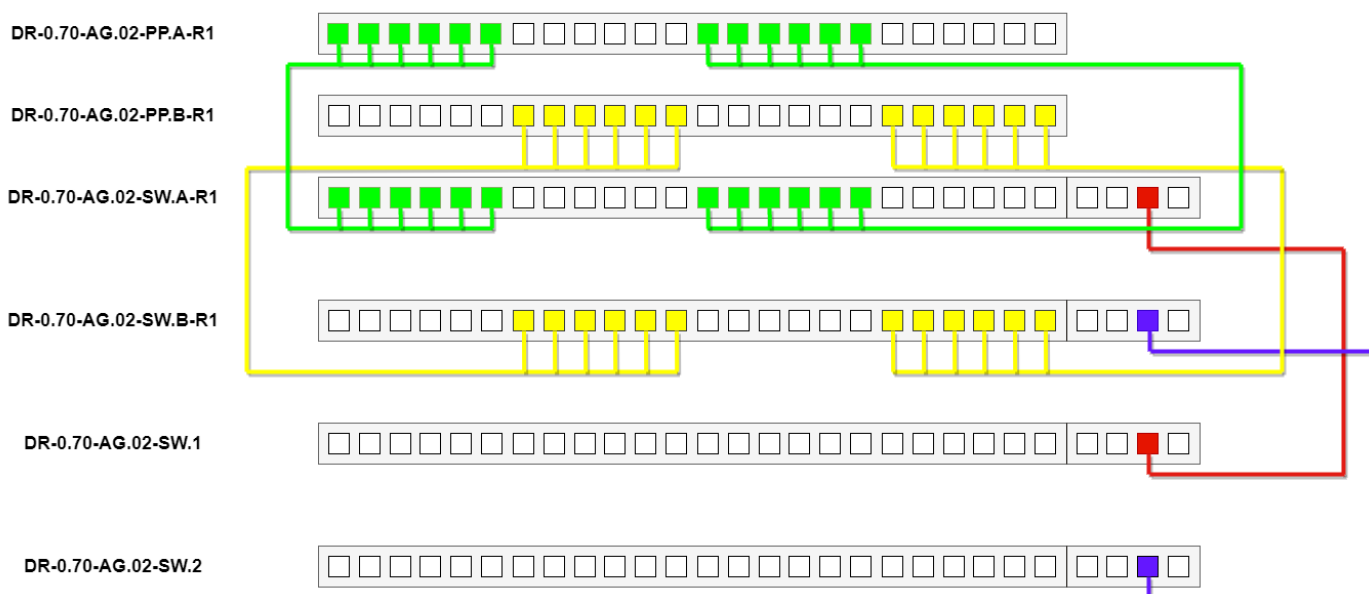
Každý DR v sálu mimo okraj Sub-Ringu (tedy vždy prostřední DR v kruhu) bude mít ve vrchní části optické vany pro Sub-Ring a organizéry pro kabeláž, organizéry bude také osazena levá i pravá strana rámu rozvaděče po jeho celé výšce. Pod optickou vanou budou optické switche pro Sub-Ring, pod nimi budou switche pro zařízení v DR (viz obrázek).

DR-0.70-AG.02		komentář
U1	vana	DR-0.70-AG.02-PP.A-R1
U2	organizér	
U3	vana	DR-0.70-AG.02-PP.B-R1
U4		
U5		
U6	switch	DR-0.70-AG.02-SW.A-R1
U7	organizér	
U8	switch	DR-0.70-AG.02-SW.B-R1
U9	organizér	
U10	switch	DR-0.70-AG.02-SW.1
U11	organizér	
U12	switch	DR-0.70-AG.02-SW.2
U13		
U14		
U15		
U16		
U17		
U18		
U19		
U20		
.		
.		
.		

Obrázek 17 - Příklad osazení DR v sálu uvnitř Sub-Ringu (Vlastní zpracování)

### 4.3.4.2 Zapojení páteřní infrastruktury

#### DR-0.70-AG.02



Obrázek 18 - Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury DR v sálu uvnitř Sub-Ringu (Vlastní zpracování)

### 4.3.4.3 Osazení optické vany



Obrázek 19 – Příklad osazení optické vany DR v sálu uvnitř Sub-Ringu (Vlastní zpracování)

## 4.4 Aktivní prvky

Jako switche pro páteřní vedení a Sub-Ringy budou použity výkonné optické switche se 24 porty typu LC a 4 SFP moduly s přenosovou rychlostí až 100 Gb/s. Všechny porty budou disponovat speciálním klíčováním a zámky na konektorech.

## 4.5 Ekonomické zhodnocení

Po zhodnocení vypracovaných návrhů a konzultací s vedoucím i oponentem práce jsem se rozhodl pro zvolení návrhu, který jsem představil ve čtvrté kapitole vlastního řešení. Vybral jsem jej pro jeho požadovanou nadčasovost, kterou zaručeně splňuje. Sice představuje pro investora mírně vyšší počáteční výdaje, ale splňuje všechny požadavky na nový návrh z kapitoly 3.3.

Po sečtení hodin strávených na fyzické rekognoskaci (obhlídky), návrhu, výběru vhodného řešení a výsledném vypracování projektu jsem vytvořil cenový odhad na celý návrh. V mém aktuálním zaměstnání přijímám hrubý příjem 200 Kč na hodinu. Celkový součet hodin na vypracování celého návrhu vychází na 100 hodin. Proto svůj návrh oceňuji přibližně na 20 000 Kč.

Součástí tohoto ekonomického zhodnocení je také cenové porovnání s nejmenovanou firmou, která nabídla vypracování návrhu za 190 000 Kč. V porovnání s nabídkou nejmenované firmy by byl ekonomický přínos mého návrhu o 170 000 Kč levnější a splňuje všechny požadavky.

Protože jsem tento návrh zpracoval v rámci své bakalářské práce a rekognoskaci jsem provedl v rámci svých studijních praxí, je ekonomický přínos roven cenové nabídce od nejmenované firmy.

## ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabýval návrhem zabezpečené zákaznické infrastruktury datového centra. Cílem práce byl návrh kritické infrastruktury, který bude splňovat požadavky na maximální spolehlivost, dostupnost, redundanci, modularizaci a standardizaci NCPI a TIER IV. Zároveň jsem se snažil, aby měl můj návrh co nejnižší náklady na vlastnictví.

Práce se dělí na čtyři hlavní části. První kapitola se věnuje vymezení problémů a určuje cíle této bakalářské práce.

Druhá kapitola se zabývá teoretickou částí rozebírající základní technologie, normy a principy, na kterých je návrh infrastruktury postaven.

Třetí kapitola analyzuje současný stav objektu včetně již vybudované infrastruktury a udává požadavky na zpracování návrhu.

Ve čtvrté a poslední kapitole je prezentován nový mnou vytvořený návrh, založený na předchozích kapitolách, který je následně porovnán v ekonomickém zhodnocení. Návrh je detailně vypracován s konkrétními popisky místností, DR, optických van, portů i kabelů. Součástí mého návrhu jsou i mnou vypracované grafické podklady, jak už logické, tak i fyzické zapojení infrastruktury.

Výsledkem mé práce je kompletní návrh, který je i přes vyšší pořizovací cenu, pro splnění požadavků nejvhodnější i nejlépe zabezpečený. Zároveň je to univerzální provedení, které se dá aplikovat na různé projekty o stejných požadavcích.

Tato práce byla pozitivně přijata a bude sloužit jako vstup pro výběrové řízení pro dodavatele.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] DOUCEK Petr, Martin KONEČNÝ a Luděk NOVÁK. Řízení kybernetické bezpečnosti a bezpečnosti informací. Praha: Professional Publishing, 2020. ISBN 978-80-88260-39-4.
- [2] JORDÁN Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II - Kritické aplikace. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.
- [3] ONDRÁK Viktor, Petr SEDLÁK a Vladimír MAZÁLEK. Problematika ISMS v manažerské informatice. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2013. ISBN 978-80-7204-872-4.
- [4] SEDLÁK Petr, Martin KONEČNÝ a kolektiv. Kybernetická (ne)bezpečnost. CERM, Akademické nakladatelství, 2021. ISBN 978-80-7623-068-2.
- [5] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [6] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů III: integrovaná podniková infrastruktura. Brno: CERM, akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5241-1.
- [7] JORDÁN, Vilém. Jak na to? Profesionální datové komunikace strukturované a multimediální kabeláže. Kroměříž: KASSEX, 2005.
- [8] Fiber Optic Cables - Fiber Optic Connectors - Panduit. Panduit | Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring [online]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/en/products/fiber-optic-systems.html>
- [9] Data Center Tier Certification - Uptime Institute. Digital Infrastructure Authority | Tier Certification & Training | Uptime Institute [online]. Copyright © 2013 [cit. 11.05.2023]. Dostupné z: <https://uptimeinstitute.com/tier-certification>
- [10] BICSI - Advancing the Information & Communications Technology Community | BICSI. BICSI - Advancing the Information & Communications Technology Community | BICSI [online]. Copyright © BICSI, 2023. All rights reserved. BICSI and all other registered trademarks within are property of BICSI, Inc. [cit. 12.05.2023]. Dostupné z: <https://www.bicsi.org>

- [11] Panduit | Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring [online]. Copyright © [cit. 12.05.2023]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/content/dam/panduit/en/solutions/NI-DC-FRCB02-ENG.pdf>
- [12] SOSINSKY, Barrie. Mistrovství – počítačové sítě: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- [13] TIA-606-C: Cable Labeling Standards - What's New? | BradyID.com. BradyID.com | Shop Industrial Printers, Labels, Lockout & More [online]. Copyright © Brady Worldwide, Inc. [cit. 13.05.2023]. Dostupné z: <https://www.bradyid.com/resources/tia-606-c-cable-labeling-standards>
- [14] SEDLÁK, Petr. Úvod do IS/ICT (cvičení a semestrální projekt). Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, akademický rok 2020/2021.



## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Blokování portů (Zdroj: 8).....	16
Obrázek 2 - Klíčování portů (Zdroj: 8).....	17
Obrázek 3 - Příklad uložení kabelů ve zdvojené podlaze u systému teplá a studená ulička (Zdroj: 5).....	24
Obrázek 4 Porovnání topologií Star, Ring a Dual-Ring (Vlastní zpracování dle: 3, 5) .	25
Obrázek 5 - Logický návrh zapojení (Vlastní zpracování dle: 2).....	26
Obrázek 6 - Logický návrh zapojení (Vlastní zpracování dle: 5).....	30
Obrázek 7 - Panduit – QuickNet™ (Zdroj: 8) .....	33
Obrázek 8 - Panduit FiberRunner® (Zdroj: 11) .....	34
Obrázek 9 - Aktuální stav kabeláže vlevo chodba, vpravo sál (Vlastní fotografie) .....	39
Obrázek 10 - Logický návrh zapojení páteřní infrastruktury (Vlastní zpracování).....	44
Obrázek 11 - Příklad osazení DR v rozvodně (Vlastní zpracování).....	45
Obrázek 12 - Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury DR v rozvodně (Vlastní zpracování).....	46
Obrázek 13 – Příklad osazení optické vany DR v rozvodně (Vlastní zpracování).....	46
Obrázek 14 - Příklad osazení DR v sálu na kraji Sub-Ringu (Vlastní zpracování) .....	47
Obrázek 15 - Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury DR v sálu na kraji Sub-Ringu (Vlastní zpracování).....	48
Obrázek 16 – Příklad osazení optické vany DR v sálu na kraji Sub-Ringu (Vlastní zpracování).....	48
Obrázek 17 - Příklad osazení DR v sálu uvnitř Sub-Ringu (Vlastní zpracování) .....	49
Obrázek 18 - Blokové schéma zapojení páteřní infrastruktury DR v sálu uvnitř Sub-Ringu (Vlastní zpracování).....	50
Obrázek 19 – Příklad osazení optické vany DR v sálu uvnitř Sub-Ringu (Vlastní zpracování).....	50

## **SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK**

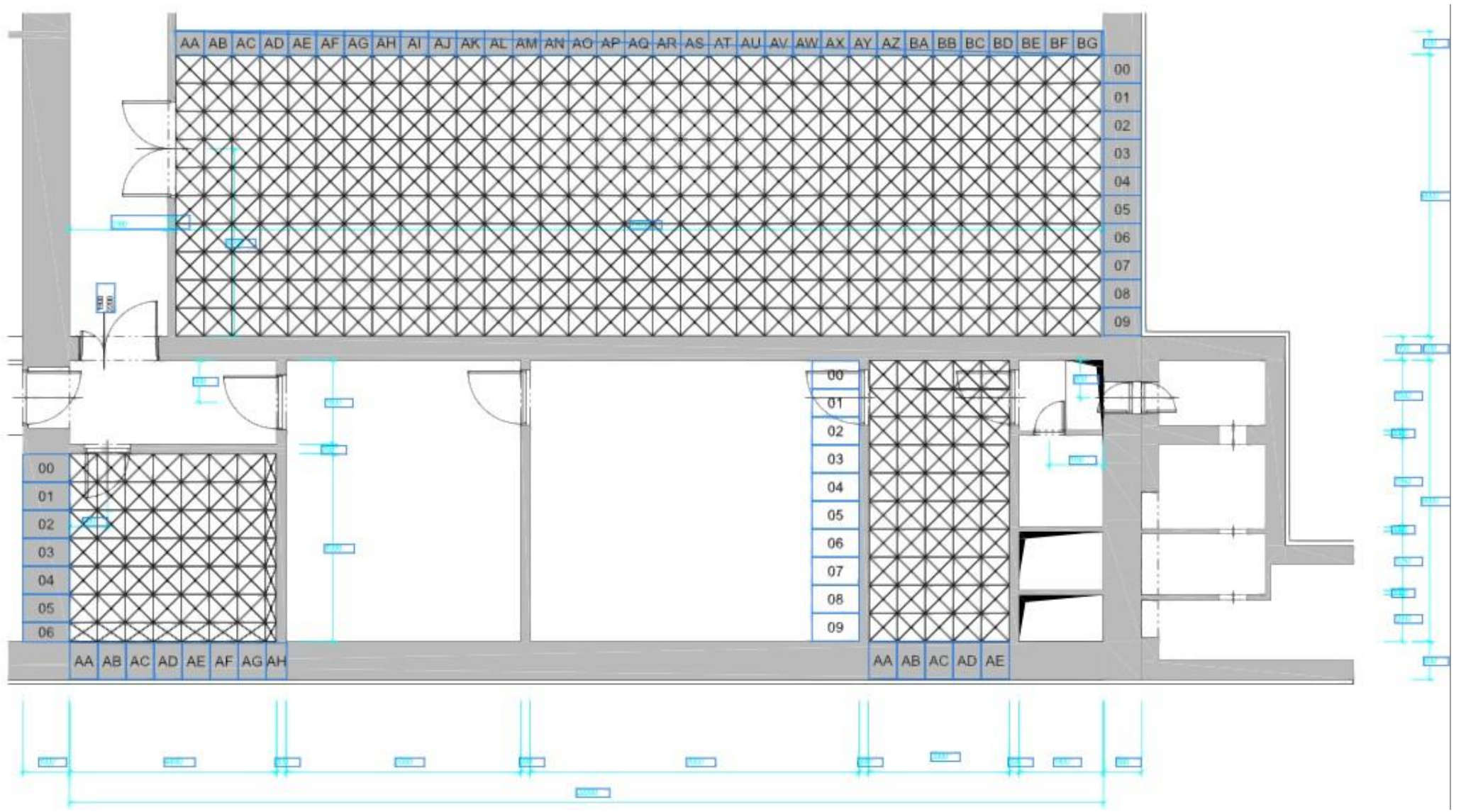
Tabulka 1 - Tabulka základních parametrů pro klasifikaci TIER (Vlastní zpracování dle: 9, 10) .....	18
Tabulka 2 - Tabulka kategorizace metalických kabelů (Vlastní zpracování dle: 5).....	29

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA Č. 1: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	I
PŘÍLOHA Č. 2: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE STRUKTUROVANÉ KABELÁŽE .....	II
PŘÍLOHA Č. 3: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE STRUKTUROVANÉ KABELÁŽE – NEPOUŽITÝ DRUHÝ NÁVRH .....	V
PŘÍLOHA Č. 4: BLOKOVÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ AKTIVNÍCH PRVKŮ .....	VI

# Příloha č. 1: Výkresová dokumentace

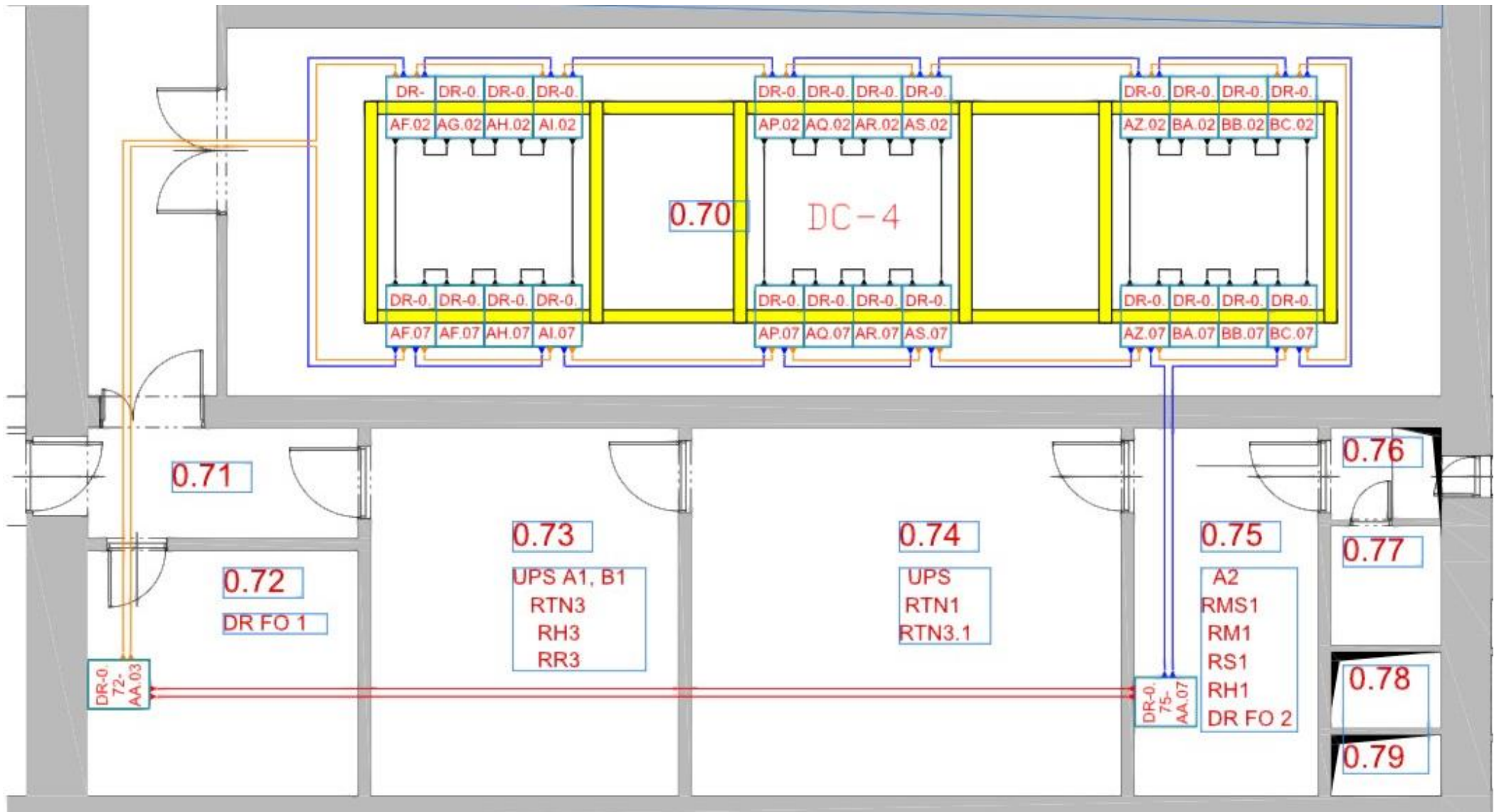
Půdorys DC + kóty



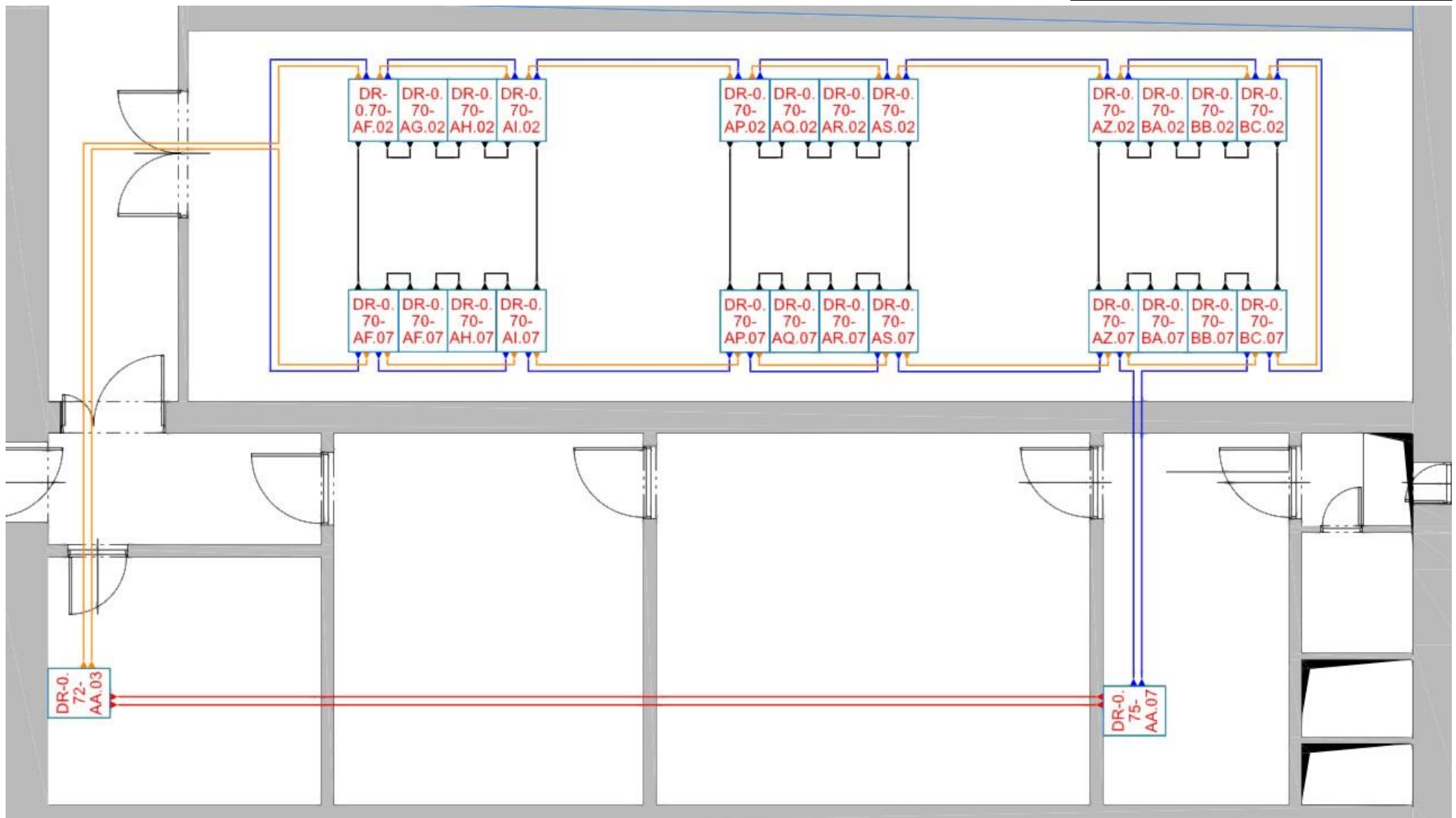
I

## Příloha č. 2: Výkresová dokumentace strukturované kabeláže

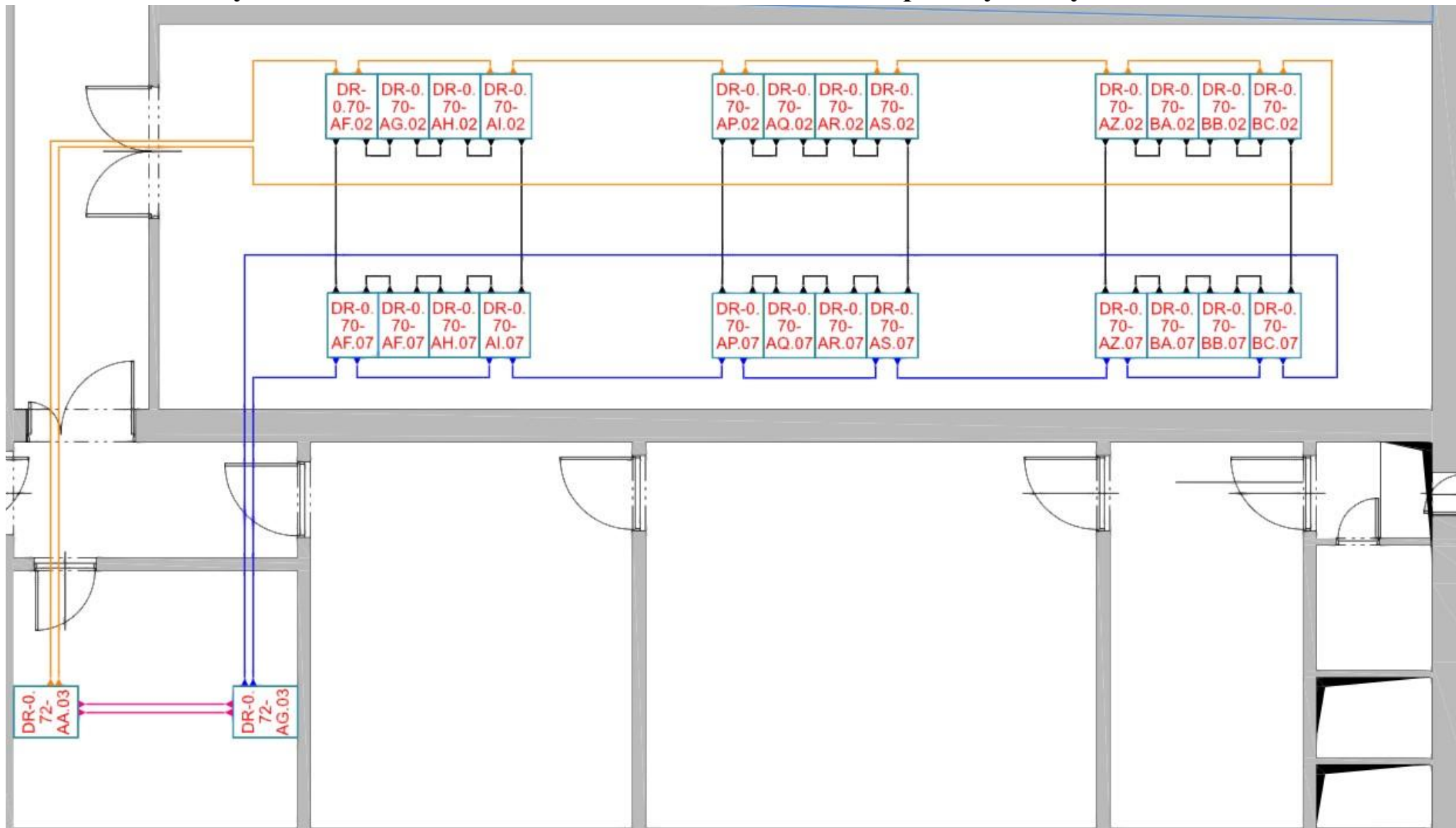
Půdorys DC + kabeláž, popisky a FiberRunner™



**Půdorys DC + kabeláž a popisky DR**

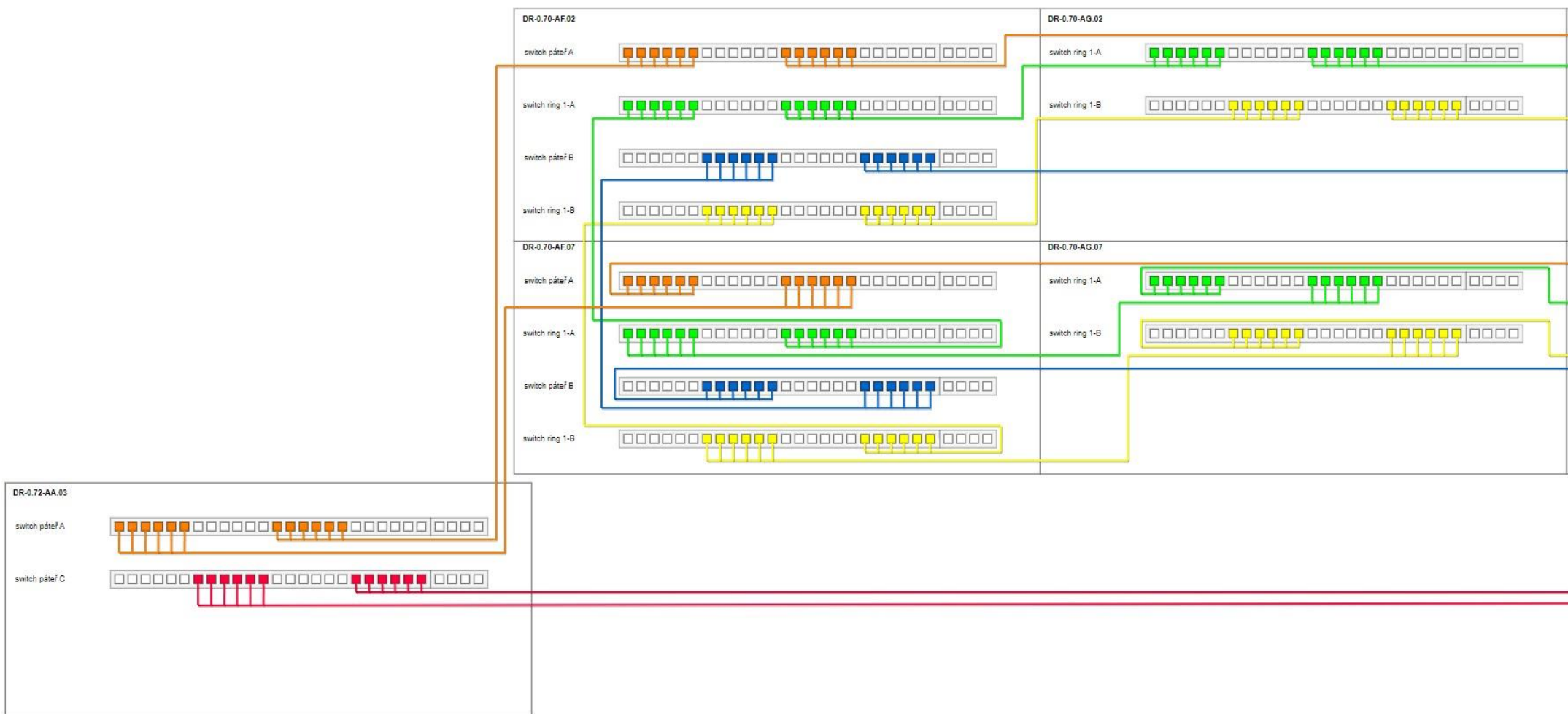


### Příloha č. 3: Výkresová dokumentace strukturované kabeláže – nepoužitý druhý návrh



# Příloha č. 4: Blokové schéma zapojení aktivních prvků

## Zapojení aktivních prvků – první část





## Zapojení aktivních prvků – druhá část

