



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

# NÁVRH PODPŮRNÉ INFRASTRUKTURY V DATOVÉM CENTRU

DESIGN OF DATA CENTER SUPPORT INFRASTRUCTURE

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Špičák

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr

Sedlák

BRNO 2023

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky  
Student: **Bc. Jan Špičák**  
Vedoucí práce: **Ing. Petr Sedlák**  
Akademický rok: 2022/23  
Studijní program: Informační management

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 diplomovou práci s názvem:

## Návrh podpůrné infrastruktury v datovém centru

### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod  
Teoretická východiska práce  
Analýza současného stavu  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr

### Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem diplomové práce je vytvořit návrh podpůrné infrastruktury pro výstavbu datového centra v Novém Hradci Králové. Výstupem práce bude návrh, který je v souladu s požadavky na datové centrum s certifikací Tier IV.

### Základní literární prameny:

ANSI-TIA/EIA 942: Data Center Design Guidelines and Structured Cabling Standards. Washington: American National Standards Institute, 2022.

BICSI 002-2014: Data Center Design and Implementation Best Practices. Washington: American National Standards Institute, 2014.

ČSN EN 50600 ED. 2: Informační technologie - Zařízení a infrastruktury datových center. Praha: Český normalizační institut, 2020.

IEEE C37.1-2007: Standard for SCADA and Automation Systems. New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008. ISBN 978-0-7381-5378-0.

ISO/IEC 24764: Information technology - Generic cabling systems for data centres. Ženeva: International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission, 2010.

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

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

V Brně dne 5.2.2023

L. S.

---

doc. Ing. Miloš Koch, CSc.  
garant

---

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

## **Abstrakt**

Předmětem této práce je návrh infrastruktury pro podpůrné technologie v rámci záměru nové výstavby datového centra v Novém Hradci Králové. V návrhu je zohledněno zabezpečení datacentra a dohledové systémy nad technologiemi, zajišťující bezvýpadkový chod datacentra. Navržené řešení nebrání získání certifikace Tier IV design (TCDD) dle Uptime Institute.

## **Klíčová slova**

datové centrum, datacentrum, podpůrná infrastruktura, kritická infrastruktura, SCADA, monitoring

## **Abstract**

The subject of this thesis is the design of infrastructure for support technologies within a data centre in Nový Hradec Králové. The design takes into account the security of the data center and monitoring systems over the technologies, ensuring failure-free operation of the data centre. The proposed solution is compliant with Uptime Institute's Tier IV design (TCDD) certification.

## **Keywords**

data center, data centre, support infrastructure, critical infrastructure, SCADA, monitoring

### **Bibliografická citace**

ŠPIČÁK, Jan. *Návrh podpůrné infrastruktury v datovém centru* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/150887>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Ing. Petr Sedlák.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 15. 5. 2023

---

Bc. Jan Špičák

autor

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	10
1.1. DATOVÉ CENTRUM .....	10
1.1.1. TIER I – BASIC .....	12
1.1.2. TIER II – REDUNDANT.....	12
1.1.3. TIER III – CONCURRENTLY MAINTAINABLE .....	13
1.1.4. TIER IV – FAULT TOLERANT .....	13
1.2. PODPŮRNÁ INFRASTRUKTURA DATACENTRA.....	14
1.3. KRITICKÁ INFRASTRUKTURA.....	15
1.4. SCADA.....	16
1.5. TOPOLOGIE SÍTÍ.....	17
1.5.1. SBĚRNICE .....	18
1.5.2. ŘETĚZ/LINKA.....	18
1.5.3. HVĚZDA .....	18
1.5.4. KRUH .....	19
1.5.5. NEÚPLNÝ POLYNOM/MESH .....	20
1.6. NETWORK INFRASTRUCTURE SECURITY SOLUTION.....	20
1.6.1. NISS 0 .....	21
1.6.2. NISS 1 .....	21
1.6.3. NISS 2 .....	21
1.7. PŘENOSOVÁ MÉDIA A PROSTŘEDÍ.....	21
1.7.1. METALICKÁ PŘENOSOVÁ PROSTŘEDÍ .....	22
1.7.2. OPTICKÁ PŘENOSOVÁ MÉDIA .....	22
1.8. KABELÁŽNÍ SYSTÉM .....	23
1.8.1. KANÁL.....	23
1.8.2. LINKA .....	23
1.8.3. PRACOVNÍ VEDENÍ .....	23
2. ANALÝZA PROSTŘEDÍ A SOUČASNÉHO NÁVRHU .....	24
2.1. SITUOVÁNÍ A ÚČEL OBJEKTU.....	24
2.2. ANALÝZA VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	28
2.3. AKTUÁLNÍ STAV TECHNOLOGIÍ .....	31
2.3.1. NAPÁJENÍ NEZÁLOHOVANÝM NAPÁJENÍM .....	31
2.3.2. ZÁLOHOVANÉ NAPÁJENÍ – DIESELGENERÁTORY .....	32
2.3.3. CHLAZENÍ.....	33
2.3.4. PROTIPOŽÁRNÍ SYSTÉM .....	33

2.3.5.	OCHRANA PERIMETRU – CCTV A EZS .....	33
2.3.6.	OSTATNÍ TECHNOLOGIE .....	34
3.	VLASTNÍ ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY .....	35
3.1.	BLOKOVÉ SCHÉMA .....	35
3.2.	ROZVADĚČE PODPŮRNÉ INFRASTRUKTURY.....	36
3.2.1.	PŘEPOJOVACÍ OBLAST .....	37
3.3.	PÁTEŘNÍ SEKCE.....	41
3.3.1.	VERTIKÁLNÍ ČÁST – PROPOJENÍ PATER .....	41
3.3.2.	HORIZONTÁLNÍ ČÁST – JEDNOTLIVÉ SÁLY.....	42
3.4.	HORIZONTÁLNÍ SEKCE .....	42
3.4.1.	TRASOVÁNÍ A KONEKTORY.....	43
3.4.2.	SYSTÉM ZNAČENÍ .....	45
3.5.	MONITORING NAPÁJENÍ .....	45
3.6.	MONITORING SYSTÉMU CHLAZENÍ.....	48
3.7.	ZABEZPEČENÍ PERIMETRU – CCTV .....	48
3.8.	ZABEZPEČENÍ PERIMETRU – OMEZENÍ PŘÍSTUPU .....	49
3.9.	ROZVADĚČE – PROVOZNÍ INFRASTRUKTURA.....	50
3.10.	ELEKTRONICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE.....	51
3.11.	MONITORING OSTATNÍCH TECHNOLOGIÍ .....	52
3.12.	AKTIVNÍ PRVKY .....	52
4.	FINÁLNÍ ÚPRAVY A ROZPOČET .....	54
4.1.	ZAHÁJENÍ PROVOZU.....	55
4.2.	VÝMĚR NÁKLADŮ .....	55
	ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ .....	58
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH NOREM .....	64
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71
	PŘÍLOHY.....	72
	Příloha č. 1: Schéma zapojení rozvaděčů .....	72
	Příloha č. 2: Přepojovací tabulky .....	83
	Příloha č. 3: Trasovací tabulky.....	104
	Příloha č. 4: Materiálová kniha .....	122
	Příloha č. 5: Výkresové dokumentace.....	124



## ÚVOD

V dnešní době, kdy podniky a organizace potřebují uchovávat, zpracovávat a sdílet nesmírné množství dat, nabývají datová centra na extrémní důležitosti. Těchto datových center stále není dostatek, proto se musejí budovat datová centra nová, která pokryjí současnou i budoucí poptávku po výpočetním výkonu. Jedním z takových center je právě revitalizované datové centrum v Novém Hradci Králové.

Pro správné fungování datových center je nezbytná podpůrná infrastruktura, která zajišťuje provoz dohledového systému nad napájením, chlazením a dalšími kritickými systémy nutnými pro bezvýpadkový chod datacentra. Cílem této diplomové práce je vytvořit návrh infrastruktury pro zmíněné podpůrné technologie datacentra v Novém Hradci Králové, který poslouží jako výchozí podklad pro tvorbu projektové dokumentace k realizaci infrastruktury v rámci nové výstavby. Z toho důvodu předmětem práce nejsou konkrétní aktivní prvky a snímače, jedná se pouze o zobecněný návrh. Navržené řešení bude v souladu s požadavky na získání certifikace Tier IV design (TCDD) dle Uptime Institute pro projektovou dokumentaci.

V rámci práce budou uvedena teoretická východiska, která objasní klíčové metody a postupy využitelné při návrhu projektové dokumentace podpůrné infrastruktury datacentra v Novém Hradci Králové. Následuje analýza prostředí a jeho současného stavu, která bude z velké části vypisovat fakta a očekávání, se kterými je nutno při návrhu počítat a respektovat je. Klíčovou částí této práce je pak vlastní návrh podpůrné infrastruktury. Tento návrh bude zevrubně popsán včetně odůvodnění použitých metod. V závěru práce bude návrh sumarizován rovněž z nákladového hlediska.

Výsledkem práce tak bude komplexní návrh podpůrné infrastruktury pro datové centrum v Novém Hradci Králové, který bude splňovat požadavky investora a přispěje k jeho úspěšnému fungování.

Jako podpůrná data pro návrh slouží zadavatelem poskytnuté podklady k výstavbě, podklady získané z autorem práce realizovaného místního šetření, platné technické a právní normy a oborová doporučení týkající se problematiky, jakož i četná literatura uvedená v seznamu použitých zdrojů.

# 1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Tato část práce se věnuje objasnění základních teoretických konceptů, komplexních pojmů, termínů, přístupů a principů, které se vztahují k tématu práce a dále s nimi autor v textu pracuje. Tyto teoretické základy a předpoklady jsou podstatné, neboť bez nich by nebylo možné dostatečně pochopit kontext a význam práce.

## 1.1. DATOVÉ CENTRUM

Datové centrum je místo, kde se soustředí výpočetní výkon v podobě vysokovýkonnostních počítačů (serverů), datových úložišť, síťové infrastruktury a dalších souvisejících telekomunikačních technologií, jejichž hlavním účelem je zpracovávat, spravovat a ukládat obrovské množství informací a dat. Datacentra slouží k ukládání, zpracování a distribuci velkého množství dat a informací a nabízí různé typy služeb od zprostředkování firemního úložiště přes pronájem aplikací a výpočetního výkonu až po cloudové služby. (1)

Datová centra mají zásadní význam pro fungování velkého množství organizací. Velké společnosti a organizace mají často vlastní datová centra, ale existují i specializované společnosti, které poskytují kapacitu datového centra jako službu – poskytovatelé cloudových řešení.

Datové centrum a data v něm musí být patřičně zabezpečena. Provoz datového centra je zpravidla nepřetržitý, proto k tomu musí být uzpůsobeny podmínky fyzické bezpečnosti i technický rámec – datová centra jsou navržena tak, aby byla spolehlivá, bezpečná a energeticky efektivní. To vyžaduje zvýšené nároky na stavební řešení, obsluhu a ostrahu, sofistikované systémy pro chlazení, redundantní napájení, zálohování dat a konektivitu, to vše, aby byla zajištěna nepřetržitá dostupnost a spolehlivost. (2)

Dostupnost vyjadřuje čas nebo podíl času, kdy měřené zařízení je k dispozici v okamžiku jeho potřeby. (3) V kontextu datových center se obvykle definuje jako schopnost poskytovat služby nebo zdroje datového centra bez přerušení nebo výpadků, a to jak plánovaných, tak neplánovaných. Dostupnost tak představuje jeden z klíčových parametrů, který je posuzován při návrhu a provozu datového centra.

Důležitým prvkem zajištění dostupnosti v datových centrech je vytvoření redundance a zálohování kritických komponent, jako jsou napájecí zdroje, síťová spojení a úložiště

dat. Datová centra také často implementují monitorování v reálném čase a plánované údržby, aby byla minimalizována rizika výpadků.

Americký národní standard Telekomunikační průmyslové asociace (*The Telecommunications Industry Association – TIA*) pro telekomunikační infrastrukturu datacenter ANSI/TIA-942 definuje čtyři úrovně dostupnosti Tier 1 – Tier 4, které stanovují, jak dlouho může být datové centrum nedostupné během určitého časového období. Technologický institut Uptime Institute zajišťuje certifikaci datových center ve třech oblastech:

- projektová: Tier Certification of Design Documents, TCDD,
- konstrukční: Tier Certification of Constructed Facility, TCCF,
- provozní: Tier Certification of Operational Sustainability, TCOS. (4, 6)

Certifikace datového centra v těchto oblastech zaručuje příslušnost certifikovaného centra v jedné ze čtyř stanovených tříd dostupnosti. Příslušnost certifikovaného datového centra k vyšší třídě znamená teoretickou garanci naplnění uvedené dostupnosti služeb. Následující tabulka shrnuje základní parametry jednotlivých tříd dostupnosti Tier 1 – Tier 4, které jsou blíže popsány a rozvedeny dále.

**Tabulka č. 1: Třídy datových center**

(zdroj: vlastní zpracování podle 4, 5, 28)

<b>TŘÍDA</b>	<b>TIER I</b>	<b>TIER II</b>	<b>TIER III</b>	<b>TIER IV</b>
<b>DISTRIBUČNÍ CESTY</b>	1	1	1 aktivní 1 pasivní	2 aktivní
<b>REDUNDANCE PRVKŮ</b>	N	N+1	N+1	2N
<b>PRŮMĚRNÁ HUSTOTA ZÁTĚŽE</b>	1,9-2,8 kW/m <sup>2</sup>	3,7-4,7 kW/m <sup>2</sup>	9,3-13,9 kW/m <sup>2</sup>	>13,9 kW/m <sup>2</sup>
<b>PRŮMĚRNÁ ZÁTĚŽ PODLAHY</b>	415 kg/m <sup>2</sup>	490 kg/m <sup>2</sup>	730 kg/m <sup>2</sup>	900 kg/m <sup>2</sup>
<b>SERVIS ZA CHODU</b>	Ne	Ne	Ano	Ano
<b>PLÁNOVANÉ ODSTÁVKY</b>	Ano	Ano	Ne	Ne
<b>MAXIMÁLNÍ ROČNÍ VÝPADEK</b>	28,8 hodin	22 hodin	1,6 hodin	15 minut
<b>DOSTUPNOST</b>	99,671 %	99,749 %	99,982 %	99,995 %
<b>OBVYKLÁ DOBA VÝSTAVBY</b>	¼ roku	¼–½ roku	1-2 roky	1-3 roky

### **1.1.1. TIER I – BASIC**

Datová centra s certifikací úrovně Tier I jsou obvykle pouze základní serverovny v malých až středních organizacích, které neposkytují ICT služby a nejsou na ICT kriticky závislé. Tier 1 datacentra mají jedinou napájecí cestu a nejsou vybavena redundantními systémy pro chlazení, síťové spojení a úložiště dat. Momentální výpadky napájení pokryjí UPS systémy, které také ochraňují zařízení proti přepětí; doba provozu při výpadku je ale omezena kapacitou baterií. Průměrná zátěž na jeden rozvaděč bývá 1–3 kW. (4, 5, 6)

Dostupnost Tier 1 datového centra se obvykle pohybuje v úrovni 99,671 %, což znamená, že v průběhu roku může být nedostupné až 28,8 hodin. Serverovny obvykle běží v režimu osmi hodin v pracovní dny s potřebnými odstávkami provozu. (4)

Vzhledem k omezené úrovni dostupnosti a ochrany dat jsou Tier 1 datacentra obvykle levnější než datová centra s vyššími úrovněmi dostupnosti. Nicméně pokud má organizace vyšší nároky na dostupnost a zabezpečení dat, je vhodné zvážit využití datového centra s vyššími úrovněmi dostupnosti.

### **1.1.2. TIER II – REDUNDANT**

Tier II datová centra dosahují vyšší úrovně dostupnosti než datová centra úrovně Tier I. Datová centra Tier II obvykle bývají opět spíše serverovny pro menší až střední organizace, které neposkytují ICT služby, ale jejich provoz je na ICT závislý. Oproti Tier I jsou méně náchylná k výpadkům, mají částečně redundantní některé kritické prvky jako UPS a chlazení, které jsou schopné v případě poruchy některého prvku systému zajistit provoz bez výpadku. Serverovny Tier II však nenabízí plnou redundanci všech kritických prvků a nelze je servisovat za provozu. (4, 5)

Dostupnost Tier II datového centra se obvykle pohybuje v úrovni 99,749 %, což znamená, že v průběhu roku může být nedostupné až 22 hodin. Serverovny obvykle běží v režimu osmi hodin v pracovní dny s potřebnými odstávkami provozu pro údržbu. Průměrná zátěž na jeden rozvaděč bývá 3–5 kW. (4)

V porovnání s Tier I datovými centry jsou Tier II datová centra obvykle dražší, ale stále dostupná pro organizace s omezenými finančními zdroji, které hledají větší dostupnost a ochranu dat než u Tier I datových center. Pokud organizace provozují kritické aplikace a služby, měly by zvážit datové centrum s vyšší úrovní dostupnosti.

### **1.1.3. TIER III – CONCURRENTLY MAINTAINABLE**

Datová centra úrovně Tier III jsou plně redundantní datová centra pro větší organizace, jejichž provoz je závislý na dostupnosti kritických ICT aplikací a poskytují ICT služby svým zákazníkům. Tier III datová centra mají obvykle plně redundantní zdroje napájení s možností provádět údržbu a opravy bez přerušení provozu. Kromě redundantních zdrojů napájení mají také redundantní komponenty pro chlazení a síťové spojení. (4) Zdvojené komponenty obvykle pracují v redundanci N+1, kdy jedna trasa je aktivní, druhá pasivní a přebírá zátěž v případě výpadku. (5, 6)

Tier III datová centra jsou navržena tak, aby minimalizovala výpadky a poskytovala vysokou úroveň bezpečnosti dat. Dostupnost Tier III datového centra se obvykle pohybuje v úrovni 99,982 %, což znamená, že v průběhu roku může být datové centrum nedostupné až 1,6 hodin. V objektu bývá instalován motorgenerátor, který je v případě výpadku elektriny schopen udržet datové centrum v provozu. Průměrná zátěž na jeden datový rozvaděč bývá 5–30 kW. (4)

Tier III datová centra jsou dražší než datová centra nižších úrovní, jsou ale stále přístupná pro organizace s vysokými nároky na dostupnost a spolehlivost, jako jsou zdravotnická zařízení nebo finanční instituce. Datová centra úrovně Tier II nabízí téměř nepřetržitý provoz 24 hodin denně, 7 dní v týdnu.

### **1.1.4. TIER IV – FAULT TOLERANT**

Tier IV datová centra představují nejvyšší možnou úroveň, co se dostupnosti a spolehlivosti týče. Jsou navržena tak, aby byla naprosto bezvýpadková s minimální pravděpodobností poruchy a maximální dostupností. Veškeré komponenty včetně chlazení, záložního napájení, síťového připojení musí být plně zdvojené v redundanci 2N, kdy hlavní i záložní systémy mohou běžet současně a rozdělovat si zátěž, tedy tzv. „*load balancing*“. Všechny systémy i jejich zdvojené kopie jsou schopné zajistit nepřetržitý provoz datového centra samostatně, proto je možné provádět údržbu a servis za plného provozu a zatížení. (4, 5, 6)

Pro získání certifikace Tier IV musí datové centrum splnit řadu náročných kritérií, které kromě redundance 2N všech kritických systémů zahrnuje například také odolnost proti přírodním živlům a vyhodnocení rizika teroristických útoků. (7)

Dostupnost Tier IV datového centra je stanovena na 99,995 %, což znamená, že maximální možná doba, kdy nejsou jeho služby k dispozici, je 15 minut za rok. Díky zdvojení veškerých kritických systémů takového datové centrum neobsahuje žádný *Single Point of Failure – SPOF*. Průměrná zátěž na jeden datový rozvaděč bývá v rozmezí 5–30 kW. (4)

Tier IV datová centra jsou nejdražší a nejvíce sofistikovaná ze všech tříd datových center, což je důvodem, proč jsou obvykle využívána pouze organizacemi, které spadají pod kritickou infrastrukturu, jako jsou orgány veřejné správy a vojenské organizace, pro které je nejvyšší bezpečnost a dostupnost nezbytná. Tier IV datová centra jsou stavěná na trvalý provoz bez možnosti vypnutí, údržba se tak provádí za chodu.

## **1.2. PODPŮRNÁ INFRASTRUKTURA DATACENTRA**

Aby datová centra mohla fungovat spolehlivě a účinně, vyžadují širokou škálu podpůrných systémů, které musejí být efektivně propojeny sítí pro správnou koordinaci a monitoring chodu. Mezi nejdůležitější prvky podpůrné infrastruktury patří:

- Zálahované napájení: datová centra vyžadují spolehlivé a stabilní napájení, aby mohla pracovat nepřetržitě bez přerušení. Redundance napájení se realizuje pomocí záložních motorgenerátorů v kombinaci s nepřerušitelnými zdroji napájení z baterií (UPS), aby byla zajištěna kontinuita napájení i v případě výpadku proudu.
- Chlazení: i přes vysokou účinnost umístěné počítače vytvářejí velké množství odpadního tepla, které musí být odvedeno pryč z počítačových sálů. Účinné chladičí a ventilační systémy jsou nezbytné pro udržení optimální provozní teploty a úrovně vlhkosti, aby se zabránilo poškození počítačového vybavení. Odváděné teplo může být pro úsporu energií využito k vytápění kancelářských částí datacentra nebo pro ohřev vody. (7)
- Protipožární systém: automatizované systémy pro potlačení požáru jsou v datových centrech nezbytné pro ochranu před možností vzniku požáru a minimalizaci rizika poškození zařízení a ztráty dat v případě vypuknutí požáru.
- Zabezpečení a řízení přístupu: datacentra musí být chráněna proti neoprávněnému přístupu a poškození, proto jsou zde často k instalovány bezpečnostní prvky, jako

jsou kamerové systémy, zónová omezení přístupu do objektu a další zabezpečovací zařízení.

- Monitoring a správa: aby byl zajištěn bezproblémový provoz, datacentra musí být pravidelně spravována a monitorována. Proto jsou v datacentrech často k dispozici nástroje pro sledování, správu a řízení nejen výše zmíněných podpůrných systémů. Tyto nástroje umožňují sledování stavu, výkonu a využití zdrojů a jsou schopny v reálném čase upozorňovat na případné problémy.

Uvedené prvky podpůrné infrastruktury jsou klíčovým faktorem pro zajištění hladkého a nepřetržitého provozu všech zařízení a systémů, které jsou v datacentru umístěny. Bez těchto nezbytných prvků by datacentrum nemohlo zajistit vysokou dostupnost a spolehlivé poskytování služeb pro své zákazníky. (8)

### **1.3. KRITICKÁ INFRASTRUKTURA**

Jako kritická infrastruktura se označuje taková důležitá část nebo prvek systému infrastruktury, narušení jejíž funkčnosti by mělo zásadní dopad na stanovenou množinu uživatelů, například na státní orgány či stát jako celek a jeho fungování anebo na zabezpečení základních životních, ekonomických nebo zdravotních potřeb jeho obyvatelstva. (9) Při výpadku některého ze segmentů kritické infrastruktury by mohlo dojít i ke ztrátám na lidských životech. (10)

Vzhledem k důležitosti kritické infrastruktury pro fungování moderní společnosti a ekonomiky je pro veřejnou správu ochrana této infrastruktury klíčovou prioritou, a proto se na kritickou infrastrukturu vztahuje řada norem, které na provozovatele kladou různé povinnosti stran zajištění bezpečnosti. Za ochranu prvků kritické infrastruktury je zodpovědný její provozovatel, který je také povinen poskytnout součinnost při plnění úkolů podle zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). Ten stanovuje povinnost provádění pravidelných zranitelnostních testů, cvičení a plánování nouzových situací, aby bylo minimalizováno riziko výpadků a zajistilo se co nejrychlejší obnovení činnosti v případě problémů. (11) V prostředí energetiky je nutné ochránit především systémy SCADA (viz níže). (10)

V případě datového centra jakožto prvku kritické infrastruktury je doporučeno, aby komunikační infrastruktura splňovala nároky na stupeň spolehlivosti Mission Critical Network, což označuje takovou síť, u které není technicky možné, aby v ní samovolně

došlo k poruše. Veškeré aspekty takovýchto sítí jsou podřízeny požadavkům na dostupnost a minimalizaci rizik – návrh, zvolené materiály i instalace. (7)

## 1.4. SCADA

SCADA představuje zkratku *Supervisory Control and Data Acquisition*, což je dohledový průmyslový informační systém. Jeho účelem je dispečerský sběr operačních a řídicích dat z průmyslových strojů, jejich zpracování, ukládání a analýza, ohlašování událostí a varování. Systém SCADA umožňuje v reálném čase efektivně sbírat data z průmyslových instalací a na základě těchto dat usnadnit automatizaci řízení průmyslových komponent a procesů. Software SCADA obvykle není implementován samostatně, ale současně s jiným řídicím informačním systémem, který pracuje na základě sesbíraných SCADA dat a fakticky řídí průmyslové procesy. (12)

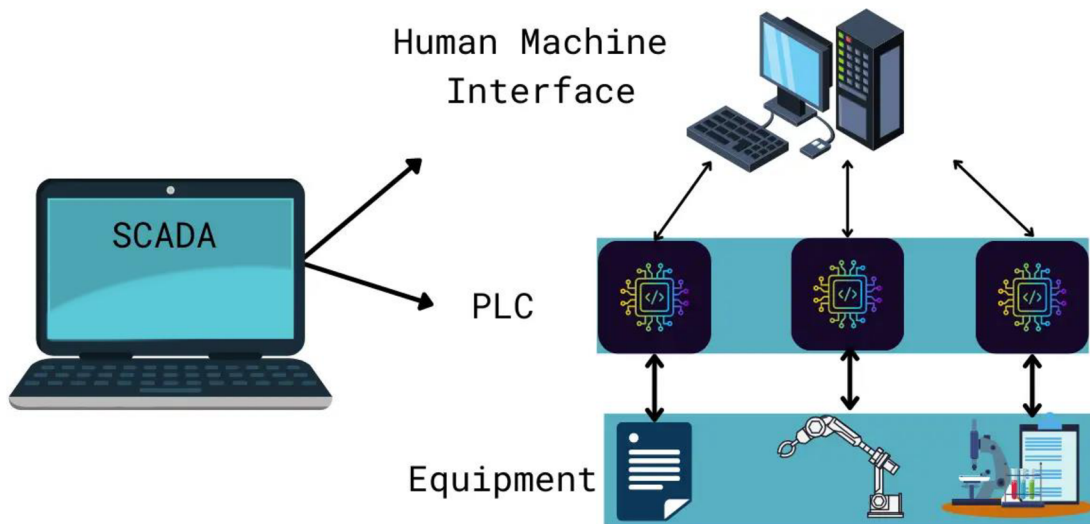
Systém SCADA sestává z následujících subsystémů:

- Čidla, senzory a aktuátory jsou místem, kde vznikají sbíraná data. Může jít o čidla teploty nebo vlhkosti, počítadlo spotřeby energie, senzor otáček apod. Tato zařízení generují signály, které mohou mít různou podobu – analogovou nebo digitální, stavovou, pulzní, kontinuální a jinou.
- Kolektory a kontrolery (RTU, PLC, IED) jsou programovatelná vstupně výstupní zařízení, která se starají o agregovaný sběr a konverzi přijatých signálů ze senzorů a čidel na podobu dat, která lze odeslat po síti. Komunikují pomocí různých komunikačních protokolů, například Industrial Ethernet, Profinet, Modbus, OPC apod.
- HMI, zkratka *Human-Machine Interface* představuje softwarové rozhraní pro prezentaci sesbíraných dat lidskému operátorovi. Ten je schopen přes HMI dozorovat chod sledovaných procesů a v případě potřeby do nich zasáhnout a řídit je. Grafické rozhraní HMI umožňuje přehledné zobrazení chybových hlášek a upozornění o překročení stanovené hranice u sledovaných zařízení, nasazených v poli. HMI je navázáno na databázový server, kam se případné vyvolané alarmy zaznamenávají. K HMI je přístupováno přes klientské stanice.
- Databázový server ukládá historická logovací data pro zpětnou analýzu a vyhodnocení. Logy obsahují informace o událostech, které vyvolaly spuštění alarmů nebo překročení stanovených mezí.



- Síťová infrastruktura zajišťuje přenos SCADA paketů. Veškerá nasbíraná data je potřeba v rámci systému SCADA dopravit na svoje místo. Tento přenos probíhá přes síťovou infrastrukturu v podobě síťových paketů. Je žádoucí, aby prvky sítě podporovaly Deep Packet Inspection – hloubkové rozeznávání obsahu paketu. Pokud prvek pozná, že se jedná o SCADA paket, upřednostní jeho odeslání, aby byla zachována maximální rychlost a dostupnost SCADA komunikace. Spolehlivost infrastruktury je kritická, proto jsou prvky infrastruktury zodolněné a často zdvojené pro redundanci.

SCADA sítě jsou stavěny pro maximální spolehlivost i ve velmi náročných podmínkách a jejich životnost musí být velmi dlouhá. Většinou jsou ale sítě postaveny tak, že po uvedení do provozu už na ně nikdo nesáhá, z toho důvodu jsou SCADA sítě po čase, kdy je už nikdo neudrhuje špatně chráněné a zranitelné. (12, 13)



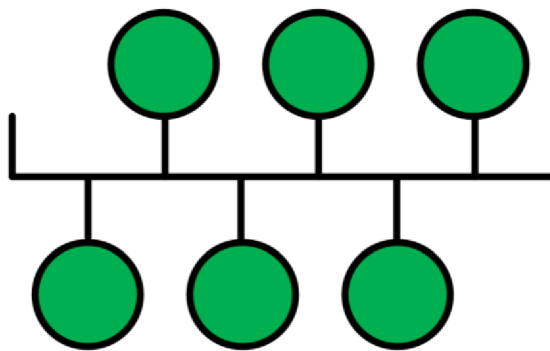
**Obrázek č. 1: Zjednodušené schéma SCADA systému**  
(zdroj: 14)

## 1.5. TOPOLOGIE SÍTÍ

Topologií sítě se rozumí uspořádání zapojených prvků sítě. Rozlišuje se fyzická a logická topologie, kdy fyzická topologie reprezentuje reálné zapojení prvků do sítě a logická topologie popisuje, jak data v síti putují. Logická topologie nemusí nutně kopírovat topologii fyzickou. Následující podkapitoly popisují fyzické zapojení.

### 1.5.1. SBĚRNICE

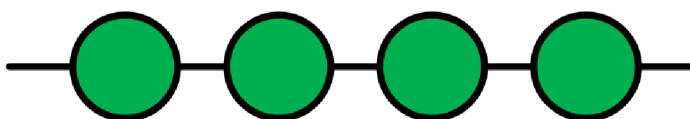
Sběrnice je jedno z nejjednodušších zapojení zařízení do sítě. Zapojené prvky komunikují přes jediné přenosové médium – sběrnici. To zároveň představuje její největší nevýhodu – možnou kolizi v případě, že chce více prvků komunikovat zároveň. V případě přerušení sběrnice přestává fungovat celá síť. Sběrníková topologie je snadno rozšiřitelná a nevyžaduje velké množství kabeláže, přenos je ale pomalý, a proto se v dnešní době obecně příliš nepoužívá. (15)



Obrázek č. 2: Sběrníková topologie  
(zdroj: vlastní zpracování)

### 1.5.2. ŘETĚZ/LINKA

V řetězové topologii, taktéž zvané jako linková nebo lineární topologie, jsou jednotlivé prvky za sebou navěšeny jeden za druhým. Vyžaduje, aby každý prvek měl alespoň dvě síťová rozhraní a byl zároveň přepínač. V řetězové topologii je snadné připojení dalších uzlů, při výpadku některého z uzlů nebo spojů fungují oddělené sítě separátně.

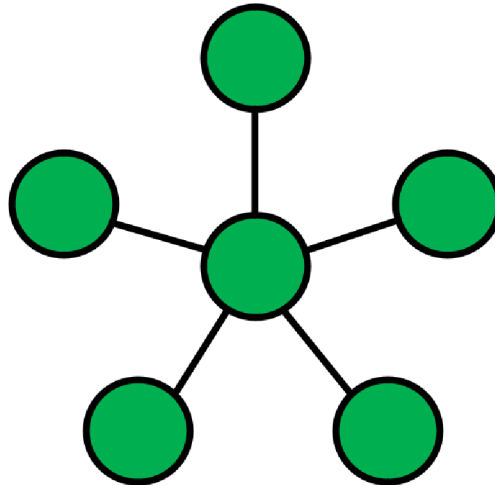


Obrázek č. 3: Linková topologie  
(zdroj: vlastní zpracování)

### 1.5.3. HVĚZDA

Hvězdicová topologie je jedním z nejobvyklejších síťových uspořádání, kde ve své nejjednodušší formě jsou koncové uzly napojeny na jeden centrální prvek fungující jako zprostředkovatel, který přeposílá přijaté zprávy do cílové destinace. Každý prvek je propojen s centrálním uzlem, zasnítování tak vyžaduje více kabeláže než sběrnice. V případě přerušení kabeláže mezi centrálním prvkem a koncovým uzlem je znemožněna

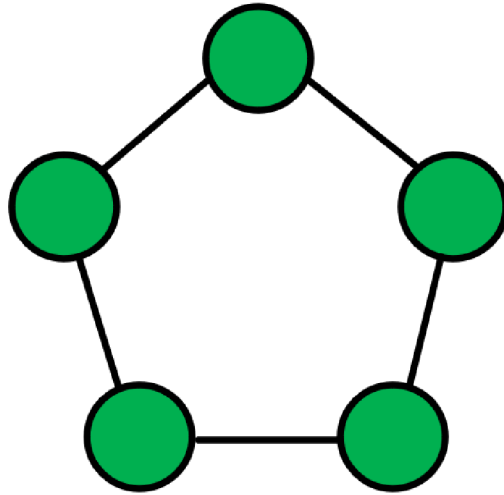
komunikace pouze s daným koncovým uzlem, zbytek sítě pracuje dál. V případě výpadku centrálního uzlu přestává fungovat celá síť, centrální prvek tak představuje slabé místo, které je označováno jako *Single Point of Failure*. Z toho důvodu není hvězdicová topologie optimální pro kritické aplikace. (15)



**Obrázek č. 4: Hvězdicová topologie**  
(zdroj: vlastní zpracování)

#### 1.5.4. KRUH

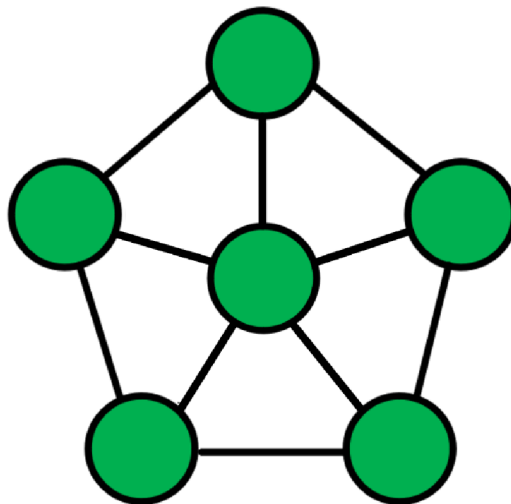
Kruhová topologie je ve své podstatě uzavřená řetězcová topologie. Každý uzel sousedí se dvěma nejbližšími sousedy, každý prvek tedy musí mít alespoň dvě síťová rozhraní. Při výpadku jednoho z uzlů síť stále funguje, protože ke každému prvku vedou dvě různé trasy z různých směrů. Oproti hvězdicovému uspořádání vyžaduje kruh menší množství kabelů a je odolnější proti výpadkům. Přidávání dalších prvků je možné v podobě takzvaných sub-ringů, tedy vytvoření dalších kruhů, napojených na stávající kruh. (16)



**Obrázek č. 5: Kruhová topologie**  
(zdroj: vlastní zpracování)

### 1.5.5. NEÚPLNÝ POLYNOM/MESH

Neúplný polynom nebo také mesh topologie představuje takové propojení, kdy většina uzlů má jedno přímé spojení téměř s každým jiným uzlem v síti. Ke každému uzlu v síti tak existuje více než jedna trasa. V praxi může jít například o spojení hvězdicové a kruhové topologie.



**Obrázek č. 6: Mesh topologie**  
(zdroj: vlastní zpracování)

## 1.6. NETWORK INFRASTRUCTURE SECURITY SOLUTION

*Network Infrastructure Security Solution*, zkráceně NISS, je systém firmy Panduit na fyzické vrstvě ISO/OSI modelu pro řešení prevence proti neoprávněné manipulaci se

síťovými prvky v souladu s normami ISO/IEC 27033 a ISO/IEC 27001. Systém je rozčleněn do tří bezpečnostních stupňů. (17)

### 1.6.1. NISS 0

Tato úroveň pouze usnadňuje správcům sítě navigaci v síti a navádí ke správnému způsobu zapojení, nepředstavuje žádnou fyzickou ochranu komunikace. Jedná se o barevné rozlišení konektorů, patch kabelů a značkovacích kroužků. (17, 18)

### 1.6.2. NISS 1

Do této úrovně patří prostředky, které zabraňují neoprávněnému zapojení kabelů do zásuvek nebo naopak vytažení kabelů ze zásuvek. Jde především o plastové blokátory portů a zámky kabelů. Dále také uzamykatelné zásuvky s omezeným přístupem k portům a kabelové žlaby se zabezpečeným víkem proti vniknutí. (17, 18)

### 1.6.3. NISS 2

Poslední zabezpečovací stupeň nabízí nejvyšší ochranu. Využívá klíčování plugů i jacků, čímž znemožňuje zapojení jakékoli neklíčované kabeláže. Klíčované konektory mají různě odlišné tvary a fyzicky je není možné zapojit jinam než do jeho klíčovaného protějšku. (17, 18)



Obrázek č. 7: Přehled klíčovaných konektorů RJ-45

(zdroj: 17)

## 1.7. PŘENOSOVÁ MÉDIA A PROSTŘEDÍ

Přenosovým prostředím je myšleno fyzické prostředí, které je schopné přenášet datové signály nutné pro zajištění komunikace. Přenosová média mohou nabývat různých fyzikálních forem, pro kontext této práce jsou podstatná pouze média metalická a optická.

### 1.7.1. METALICKÁ PŘENOSOVÁ PROSTŘEDÍ

Metalická přenosová média využívají pro přenos dat elektricky vodivé měděné kabely, nejčastěji v podobě čtyřpárové kroucené dvoulinky, která může být ve stíněné či nestíněné podobě. Stínění zlepšuje odolnost kabelu vůči vnějším elektromagnetickým rušivým vlivům, ale znesnadňuje instalaci a vnáší jiné parazitní vlivy. (19) Existují i další typy metalických vodičů, které však nejsou pro tuto práci podstatné, a proto nebudou dále popisovány.

**Tabulka č. 2: Kategorizace metalických kabelů**

(zdroj: vlastní zpracování podle 20, 21)

KATEGORIE	STÍNĚNÍ	FREKVENČNÍ ROZSAH	OBVYKLÉ POUŽITÍ
Cat. 3	nestíněné	do 16 MHz	Ethernet
Cat. 5e	stíněné/nestíněné	do 100 MHz	FE, GE
Cat. 6	stíněné/nestíněné	do 250 MHz	GE, 10GE
Cat. 6A	stíněné/nestíněné	do 500 MHz	10GE
Cat. 7	stíněné	do 600 MHz	10GE

### 1.7.2. OPTICKÁ PŘENOSOVÁ MÉDIA

Přenos dat optickými médii spoléhá na přenos pomocí lidským okem neviditelného světelného paprsku. Paprsek může cestovat různým prostředím, nejčastěji a nejspolehlivěji se však přenáší v optických kabelech. Existují různé technologie a metody přenosu informací pomocí světelného toku v optických kabelech, ukazuje se však, že pro současné aplikace jsou relevantní pouze jednovidové optické kabely, jejichž pořizovací cena sice v minulosti bývala oproti mnohavidovým kabelům vyšší, nabízí však výrazně vyšší dosah. V dnešní době rozdíl pořizovacích nákladů téměř vymizel. (19)

**Tabulka č. 3: Kategorizace optických kabelů**

(zdroj: vlastní zpracování podle 20, 21)

KLASIFIKACE	TECHNOLOGIE	MAX. RYCHLOST PŘI 10GE
OS1	singlemode	2 000 metrů
OS2	singlemode	10 000 metrů
OM2	multimode	300 metrů
OM3	multimode	300 metrů
OM4	multimode	550 metrů

## **1.8. KABELÁŽNÍ SYSTÉM**

Jednotlivé prvky strukturovaných kabelážních systémů jsou vymezeny normou ČSN EN 50173 následovně.

### **1.8.1. KANÁL**

Kanál je tvořen linkou a pracovním vedením. Kanál představuje trasu od aktivního prvku v datovém rozvaděči po zásuvku v koncovém zařízení. Maximální povolená délka kanálu je stanovena na 100 metrů elektrického vedení. (20) Vlivem zkrutu párů uvnitř kabelu je celková délka kabelu o něco kratší. V případě kruhové topologie se délka 100 metrů elektrického vedení vztahuje na celkovou délku celého kruhu. (29, 30)

### **1.8.2. LINKA**

Jako linka se označuje část kabelové trasy mezi přepojovacím panelem v datovém rozvaděči a koncovou uživatelskou zásuvku na pracovišti. Pro linku se používají kabely typu drát a jejich maximální povolená délka je 90 metrů elektrického vedení, což reálně vlivem zkrutu párů v kabelu představuje asi 85 metrů kabelu. (21)

### **1.8.3. PRACOVNÍ VEDENÍ**

Pracovní vedení zahrnuje přepojovací oblast uvnitř datového rozvaděče a patch cord na pracovišti uživatele. Pro pracovní vedení se používají patch cordy s kabelem typu lanko pro snazší manipulaci s kabely. Maximální délka pracovního vedení v součtu nesmí přesáhnout 10 metrů elektrického vedení. (20)

## 2. ANALÝZA PROSTŘEDÍ A SOUČASNÉHO NÁVRHU

Tato část práce se věnuje obecnému popisu a analýze prostředí, kterým se tato práce zabývá. Analýza zahrnuje fyzické prostředí předmětné budovy a také návrh plánovaných podpůrných technologií, které budou v budoucím datacentru používány a nichž je nutné zajistit jejich monitoring a správu.

### 2.1. SITUOVÁNÍ A ÚČEL OBJEKTU

Předmětný objekt, ve kterém bude realizováno datové centrum dle této práce, se nachází v bývalém vojenském areálu v Hradci Králové, městské části Nový Hradec Králové. Objekt byl vybudován v 70. letech minulého století (7, 22) jako záložní zesilovací stanice (23, 24) a vojenský kryt civilní ochrany. (25) Takzvané záložní zesilovací stanice byly místa, kde se ukrývaly velké telefonní ústředny zajišťující komunikaci v případě válečného konfliktu. (24) Tomu odpovídá i charakter stavby – jde o budovu s jedním nadzemním podlažím a dvěma plně zapuštěnými podlažními. Celková výška činí cca 11 metrů, světlá výška obou podzemních pater je shodně 3,85 metrů. (7)



**Obrázek č. 8: Letecké ortofoto výstavby, 1977**

(zdroj: 22)

Nadzemní část budovy lze využívat jako kanceláře obsluhy datového centra a místnosti pro zajištění potřeb personálu. Několik místností bude využito pro dohledové a řídicí centrum. V každém z podzemních podlaží budovy jsou kromě jiných místností především



čtyři sály s plochou 120 m<sup>2</sup> a jeden s plochou 80 m<sup>2</sup>, které sloužily k uskladnění dřívějších telekomunikačních technologií. (7) Obě podzemní podlaží mají takřka shodné dispozice, k pohybu mezi jednotlivými podlažími je možné využít nákladní výtah nebo schodiště.



**Obrázek č. 9: Jeden z 120 m<sup>2</sup> sálů**  
(zdroj: vlastní pořízení)

Téměř v celém objektu je přítomna zdvojená podlahová konstrukce a stropní podhled. Oba tyto prostory lze využít pro instalaci kabelových koridorů. Mezi jednotlivými datovými sály jsou již proražené průchody, které lze využít k trasování strukturované kabeláže mezi sály.



**Obrázek č. 10: Spojovací chodba mezi sály – strop**  
(zdroj: vlastní pořízení)

V areálu se kromě hlavní budovy nacházejí i přilehlé stavby, jejichž účelem bylo zajištění obsluhy dodatečných podpůrných technologií – vytápění, klimatizace, napájení. Tyto budovy byly dostavěny mezi lety 1997-2003 (7, 22, 26) pro zajištění záměru využívání části podzemního objektu jako retrofitového datového centra společností Český Telecom, nyní Telefonica O2. (27) Některé z technologií byly umístěny i v podzemních částech budovy, jejich kapacita však nebyla dostačující, proto se musely dostavět dodatečné budovy na povrchu. Celý areál je obehnan drátěným plotem, kolem obslužných budov betonovou stěnou. (7)



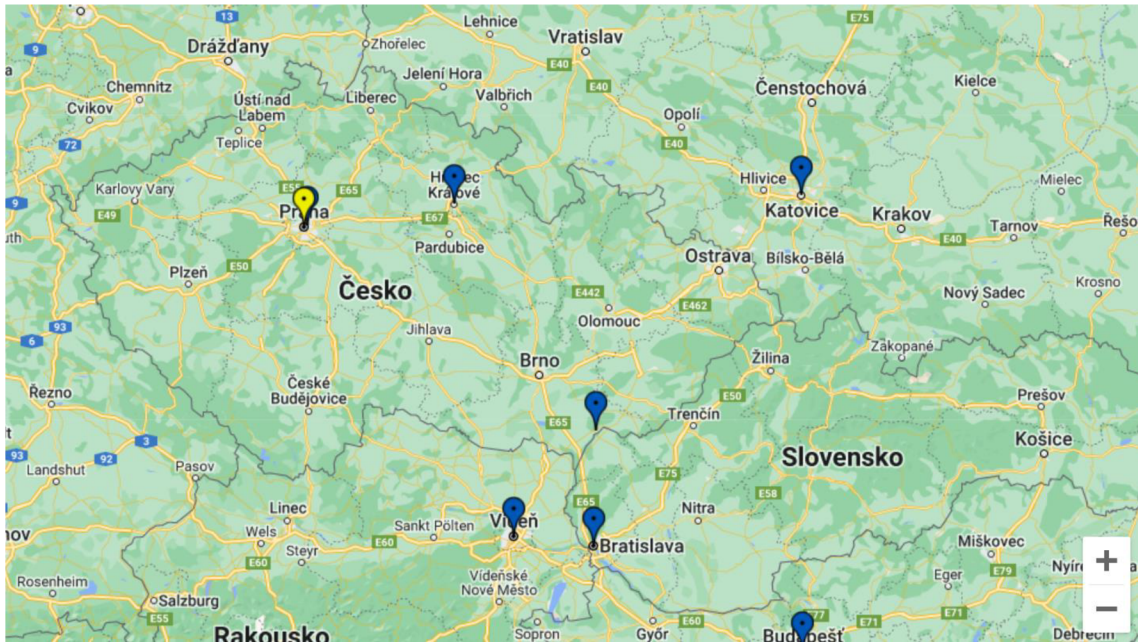
**Obrázek č. 11: Porovnání stavu objektu v letech 1997 a 2003**

(zdroj: 22, 26)

V současné době je pro objekt naplánovaný revitalizační projekt, který počítá s opětovným budoucím využitím areálu pro datové centrum, které bude nově certifikováno jako datové centrum třídy Tier IV dle klasifikace Uptime Institute. Aktuálně je stav projektu ve fázi, kdy probíhá odstranění vybrané staré techniky a infrastruktury, kterou již nelze v budoucnu využít. Především jde o staré rozvaděče s výpočetní technikou a k tomu náležící datovou infrastrukturu. Návrhová část této diplomové práce bude sloužit jako výchozí podklad pro zbudování nové podpůrné infrastruktury v rámci tohoto revitalizačního projektu.

Nové datové centrum bude poskytovat služby typu IaaS, PaaS a SaaS pro veřejnou správu, čímž spadá pod kritickou infrastrukturu. Cílem revitalizačního projektu je vybudovat mimořádně robustní takřka bezvýpadkovou infrastrukturu s dostupností nad 99 % a nabídnout nejvyšší úroveň fyzického i kybernetického zabezpečení. (7)

Předchozí datové centrum získalo certifikaci Tier III v návrhové oblasti (TDDC). Následující obrázek zobrazuje datová centra v České republice a blízkém okolí, která získala alespoň nějakou úroveň certifikace Tier od Uptime Institute. Žádné z uvedených datových center však nedosáhlo na certifikaci úrovně Tier IV.



**Obrázek č. 12: Mapa certifikovaných center**  
(zdroj: 28)

## 2.2. ANALÝZA VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

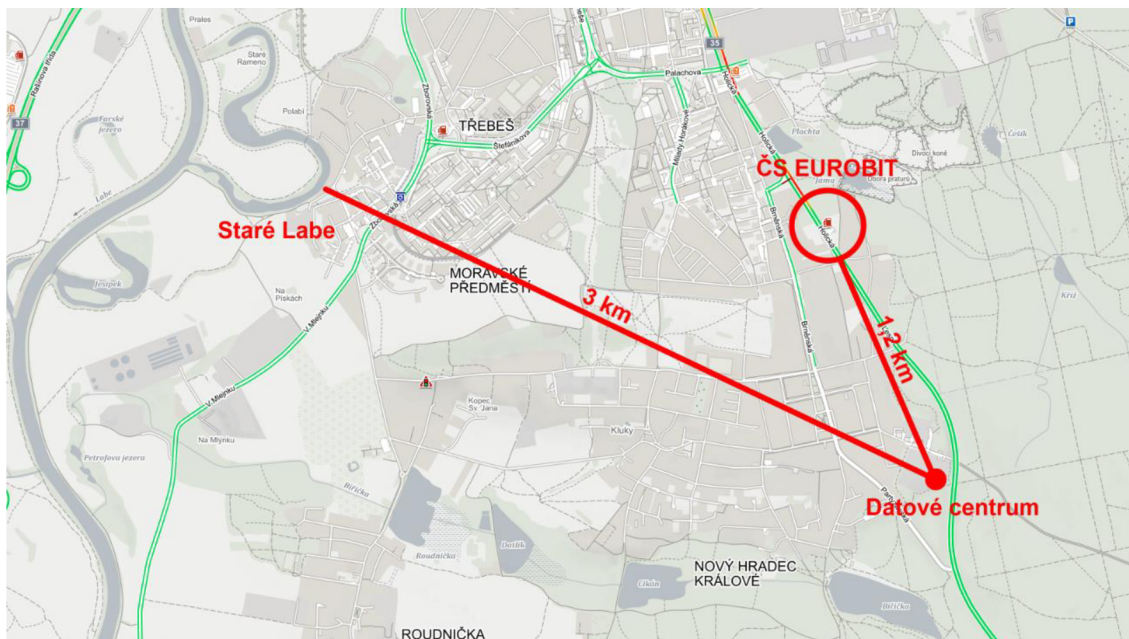
Dle oborových doporučení ANSI/BICSI 002 (8) je pro výstavbu datového centra vhodné zanalyzovat okolí lokality výstavby pro potenciální rizikové faktory, které by v budoucnu mohly nějakým způsobem vést k narušení jeho chodu. Mezi tyto faktory patří například riziko záplav (záplavová oblast), teroristických či jinak aktivizovaných útoků, chyb plynoucích z lidských faktorů apod. Analýza se soustředí jak na umělé, člověkem vytvořené faktory, tak na přírodní elementy. Tato analýza by měla být provedena přednostně v případě výstavby nového objektu datového centra, ale je žádoucí ji provést i v případě retrofitové výstavby.

**Tabulka č. 4: Analýza rizikových faktorů vnějšího prostředí**

(zdroj: 7, 8)

FAKTOR	MINIMÁLNÍ VZDÁLENOST	REÁLNÁ VZDÁLENOST
Letiště	8 km	20 km
Karosárny, lakovny a prodejny barev	1,6 km	5 km
<b>Průplavy a vodní trasy (Labe)</b>	<b>3,2 km</b>	<b>3 km</b>
Chemické závody a sklady	8 km	25 km
Konvenční elektrárny (uhelné, na zemní plyn atp.).	8 km	12 km
Ambasády, velvyslanectví a politická sdružení	5 km	100 km
Slévárny a provozovny těžkého průmyslu	8 km	25 km
<b>Čerpací stanice a distributoři (ČS EUROBIT)</b>	<b>1,6 km</b>	<b>1,2 km</b>
Obilná síla a obilnice	8 km	20 km
Přístavy a doky	3,2 km	5 km
Přenosová vedení velmi vysokého napětí	1,6 km	5 km
Jezera, přehrady a vodní nádrže	3,2 km	5 km
Skládky a spalovny odpadů	3,2 km	20 km
Vzletové a přistávací dráhy	1,6 km	7 km
Vojenské objekty a muniční sklady	13 km	40 km
Obecní vodárny a čističky odpadních vod	3,2 km	5 km
Jaderné elektrárny (Dukovany)	80 km	123 km
Oblasti přetečení vodních nádrží a umělých jezer.	1,6 km	50 km
Lomy	3,2 km	50 km
Rozhlasové nebo televizní vysílače	5 km	10 km
Železnice	1,6 km	5 km
Výzkumné laboratoře	5 km	20 km
Skladovací prostory	1,6 km	2 km
Hospodářská stavení (výkrmny, jatka)	3,2 km	10 km
Koridory pro transport nebezpečného materiálu	1,6 km	4 km
Věžové vodojemy	1,6 km	2 km
Meteorologická nebo jiná radarová zařízení	5 km	20 km

Objekt stojí na kopci v nadmořské výšce 275 metrů nad mořem a není v záplavové oblasti z žádných řek, která v okolí objektu protéká. (7)



**Obrázek č. 13: Mapa potenciálních rizikových faktorů**  
(zdroj: 26)

Z analýzy vyplývá, že pouze dva faktory nesplňují minimální vzdálenosti stanovené oborovými doporučeními ANSI/BICSI 002:

- Průplavy a vodní trasy: ve vzdálenosti 3 km se nachází slepé rameno Labe, nazývané Staré Labe. Míra rizika je mimo jiné s ohledem na nižší nadmořskou výšku Starého Labe (26) zanedbatelná, není nutné realizovat jakékoli ochranné opatření, a proto bude riziko akceptováno.
- Čerpací stanice a distributoři: při pokračování v jízdě po jihovýchodním přivaděči silnice E442 „Holická“ směrem do centra Hradce Králové se po pravé straně objeví čerpací stanice EUROBIT. Čerpací stanice je o cca 30 metrů nad mořem niž a mezi ní a datovým centrem je hustě obydlená oblast a les. Míra rizika je zanedbatelná, není nutné realizovat jakékoli ochranné opatření, a proto bude riziko akceptováno.

Z analýzy vyplynulo, že z hlediska rizikových faktorů vnějšího prostředí dispozice záměru revitalizace datového centra zcela vyhovují a realizace projektu je možná.

## **2.3. AKTUÁLNÍ STAV TECHNOLOGIÍ**

V areálu jsou některé technologie potřebné pro datové centrum přítomny, ale jsou poplatné době svého vzniku a ve většině případů minimálně bez modernizace řídicích systémů nejsou vyhovující pro aktuální účel. Jediné řešení je většinu stávající techniky kompletně odstranit a vybudovat novou, jednotnou infrastrukturu dle aktuálních požadavků.

### **2.3.1. NAPÁJENÍ NEZÁLOHOVANÝM NAPÁJENÍM**

Z důvodu redundance jsou v areálu k dispozici dvě konstrukčně shodné funkční trafostanice z přichozího vysokého napětí na třífázové napětí 400 V, jedna osazená dvěma transformátory, druhá osazena pouze jedním s možností dodatečného osazení druhým. Transformátory jsou staršího data výroby, ale kapacitně jsou plně dostačující s možností dalšího budoucího rozšíření. Je potřeba pouze vybudovat nový řídicí a monitorovací systém. (7)

Pozemek nad prvním podzemním podlažím o hrubých rozměrech 1600 m<sup>2</sup> je zcela nevyužitý a společně s plochými střešními konstrukcemi na budově prvního nadzemního podlaží nabízí možnost osazení fotovoltaickými panely. Fotovoltaické panely se v úvodní fázi realizace projektu montovat nebudou (7), nicméně se počítá s případnou dodatečnou instalací, která bude zahrnovat napojení na infrastrukturu v obou trafostanicích.

Současný systém záložního napájení UPS je zastaralý a kapacitně i technologicky zcela nevyhovující. Jediné řešení je systém kompletně zlikvidovat a vystavět nový, moderní a robustnější, dimenzovaný na zvýšený odběr. Počítá se s modulárním řešením, které nabídne možnost dodatečné kapacitní expanze. (7)

Dle projektu je vybráno modulární řešení kabinetových UPS s možností obsáhnutí až 5 jednotek s kapacitou 40 kW, bateriové stojany stojí zvlášť. Na každém podzemním podlaží budou rozmístěny 4 stojany, každý s čtyřmi jednotkami. (7)

Standardní funkcí zvolených UPS jednotek je usměrnění vstupního proudu a pouštění harmonické sinusoidy na výstup pomocí zabudovaného usměrňovače a střídače. Vybrané řešení zvládne napájet datové centrum po dobu cca 15 minut, což představuje naprosto dostačující čas pro nastartování všech záložních naftových generátorů.

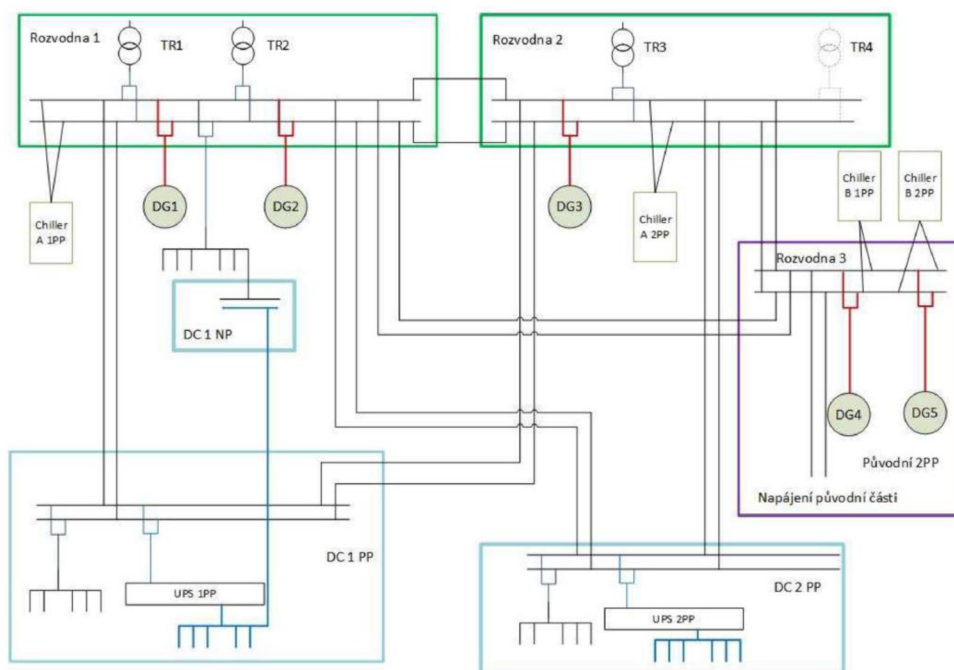
### 2.3.2. ZÁLOHOVANÉ NAPÁJENÍ – DIESELGENERÁTORY

V podzemních prostorách jsou k dispozici dva naftové lodní generátory staršího data výroby, pravděpodobně z původní záložní telekomunikační ústředny ze 70. let. I přes jejich stáří jsou mechanicky v provozuschopném stavu a za předpokladu modernizace jejich řídicího systému jsou generátory využitelné a splňují současné požadavky pro záložní napájení datového centra. Vzhledem k umístění generátorů v uzavřených podzemních prostorách je nutné v rámci revitalizace zajistit jejich dostatečné chlazení a vyřešit odvod spalin mimo podzemní komplex.

V přistavěných budovách na povrchu jsou dostupné tři novější naftové generátory značky Caterpillar, které byly dodány a používány v rámci předchozího datového centra. Po technické stránce budou po výměně provozních kapalin a po revizi naprosto v pořádku a vyhovující, napojením na jejich interní sběrnici je lze monitorovat a řídit. (7)

V součtu jsou kapacitně generátory zcela dostačující a i s přesahem pokrývají očekávaný maximální příkon nového datového centra v režimu redundance 2N. (7)

Pro zajištění zásob paliva je k dispozici stávající systém naftového hospodářství s kapacitou 47 000 litrů. Za předpokladu modernizace kontrolního a řídicího systému strojovny naftového hospodářství je systém vyhovující. (7)



Obrázek č. 14: Zjednodušené schéma elektro rozvodů

(zdroj: 7)



### **2.3.3. CHLAZENÍ**

Sávající systém chlazení z roku 2002 je kapacitně zcela nedostačující a mechanicky opotřeбенý, použitá technologie chlazené vody je ale ekonomicky jediná možná. Ze stávajícího systému budou využity pouze ocelové rozvodné trubky, venkovní i vnitřní jednotky budou nahrazeny za jednotky s podstatně vyšší chladicí kapacitou. (7)

Vlastní venkovní jednotky s kondenzátory mohou být umístěny v oddělených prostorách nynějších starých jednotek, které se odstraní. Využito bude pravděpodobně i místo na střeše, kde dříve byly chladicí věže pro podzemní naftové generátory. Věže již byly odstraněny přibližně v polovině roku 2020. (26)

Systém chladicích jednotek bude zdvojen z důvodu redundance, která je vyžadována pro certifikaci Tier IV. Zdvojená budou oběhová čerpadla, na každém sálu budou čtyři jednotky spojené celkem do dvou okruhů. (7)

### **2.3.4. PROTIPOŽÁRNÍ SYSTÉM**

Momentálně instalovaný automatický hasicí systém pracující s inertním plynem je plně funkční a dle revize naprosto v pořádku. Strojovna ve druhém podzemním podlaží i rozvody plynu jsou plně použitelné. (7) Je nutné zmodernizovat řídicí systém a začlenit jej do nové koncepce elektronického požárního systému podle projektu.

### **2.3.5. OCHRANA PERIMETRU – CCTV A EZS**

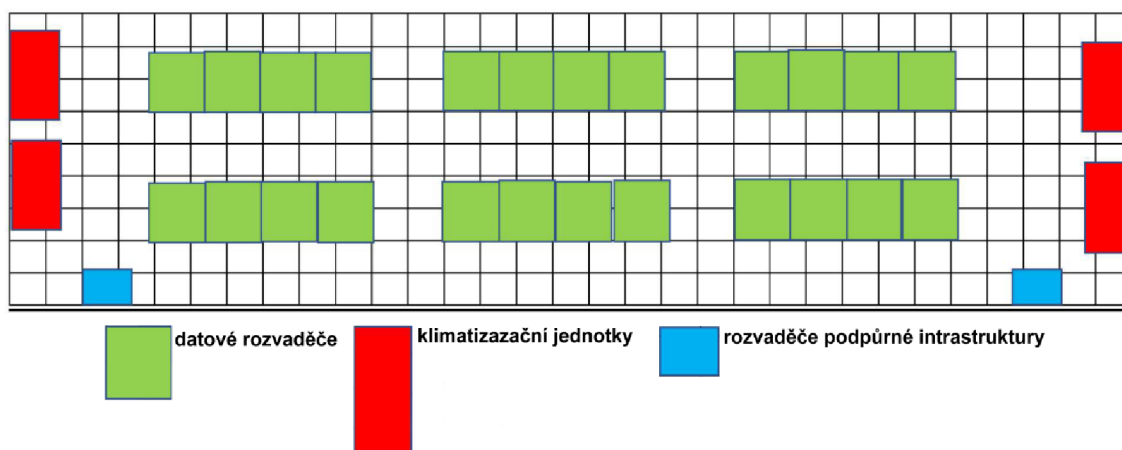
Kromě revitalizace zmíněných technologií se v projektu dle vyhlášky č. 82/2018 Sb., o kybernetické bezpečnosti, počítá s novou, propracovanou ochranou perimetru objektu. Po obvodu hlavní budovy budou rozmístěny bezpečnostní kamery s eliminací slepého úhlu, uvnitř budovy budou kamery na chodbách a v kritických místnostech. (7)

Vstup do budovy bude umožněn jen na zaměstnanecké přístupové karty s časovým omezením, napříč budovou je tedy nutné rozmístit čtecí zařízení a musí se vytvořit seznam přístupových práv a omezení jednotlivých zaměstnanců (ACL). Veškeré dohledové technologie se budou soustředit v místnostech dohledového centra v budově prvního nadzemního podlaží.

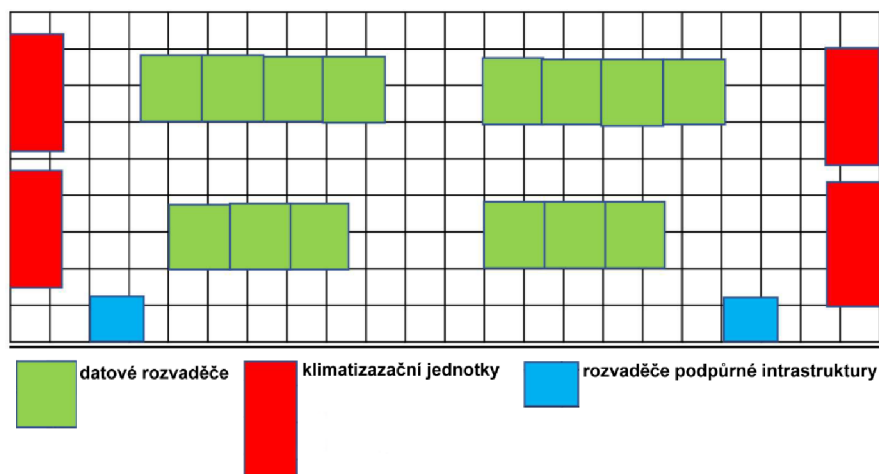
### 2.3.6. OSTATNÍ TECHNOLOGIE

Dle předběžných návrhů budou v datových rozvaděčích na sálech umístěny napájecí jednotky PDU se vzdáleným monitoringem a řízením po síti. Každý rozvaděč bude obsahovat dvě jednotky, celkem projekt počítá s 220 datovými rozvaděči uvnitř všech sálů dohromady.

Řízení ostatních technologií je podřízeno použitým řídicím jednotkám daných systémů, které zatím nejsou projektem stanoveny. Jmenovitě jde o telefonní systém a systém nouzového vnitřního rozhlasu, které se budou oba dělat nové. V každém případě se počítá s integrací managementu systému aktivních prvků, napájení a vzduchotechniky s klimatizací. S managementem kabelážního systému se nepočítá. (7)



Obrázek č. 15: Rozvaha rozložení technologií pro sály 120 m<sup>2</sup>  
(zdroj: 7)



Obrázek č. 16: Rozvaha rozložení technologií pro sály 80 m<sup>2</sup>  
(zdroj: 7)

### **3. VLASTNÍ ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY**

Datové centrum třídy Tier IV poskytuje nejvyšší možnou úroveň dostupnosti, spolehlivosti a odolnosti, čemuž jsou podřízeny i požadavky na podpůrnou infrastrukturu. V rámci datového centra je třeba zajistit monitoring všech podpůrných technologií, aby se minimalizovalo riziko výpadku některého ze systémů. Pokud by bylo datové centrum dokončeno a splňovalo požadavky na certifikaci Tier IV, jednalo by se o první a jediné datové centrum v České republice s touto certifikací. (25, 28, 31)

Monitoring a řízení technologií datového centra je ve skutečnosti řídicí průmyslovou sítí. Ke sledování technologií bude pro komplexní dispečerský dohled využíván primárně systém SCADA, v ostatních případech standardizovaný protokol SNMP pro správu sítě. Dle požadavků zadavatele a závěrů z analýzy prostředí je nutné monitorovat především klimatizaci a vzduchotechniku na sálech, UPS a záložní dieselgenerátory. Integrace dozoru nad ostatními technologiemi je možná v případě, že budou modernizovány jejich řídicí systémy a jejich komunikační protokoly budou kompatibilní s instalovaným řídicím systémem. Navržená infrastruktura s integrací počítá a je na ni připravena.

Navrhované řešení poskytuje ucelený systém, který sdružuje veškeré používané technologie, které vplynuly z analýzy současného stavu. Z důvodu redundance je v návrhu téměř výhradně využíváno kruhové topologie sítě, kdy každý prvek je spojen se dvěma sousedy. V případě přerušení kruhu na jednom místě tak zůstává zachována schopnost komunikace se všemi uzly.

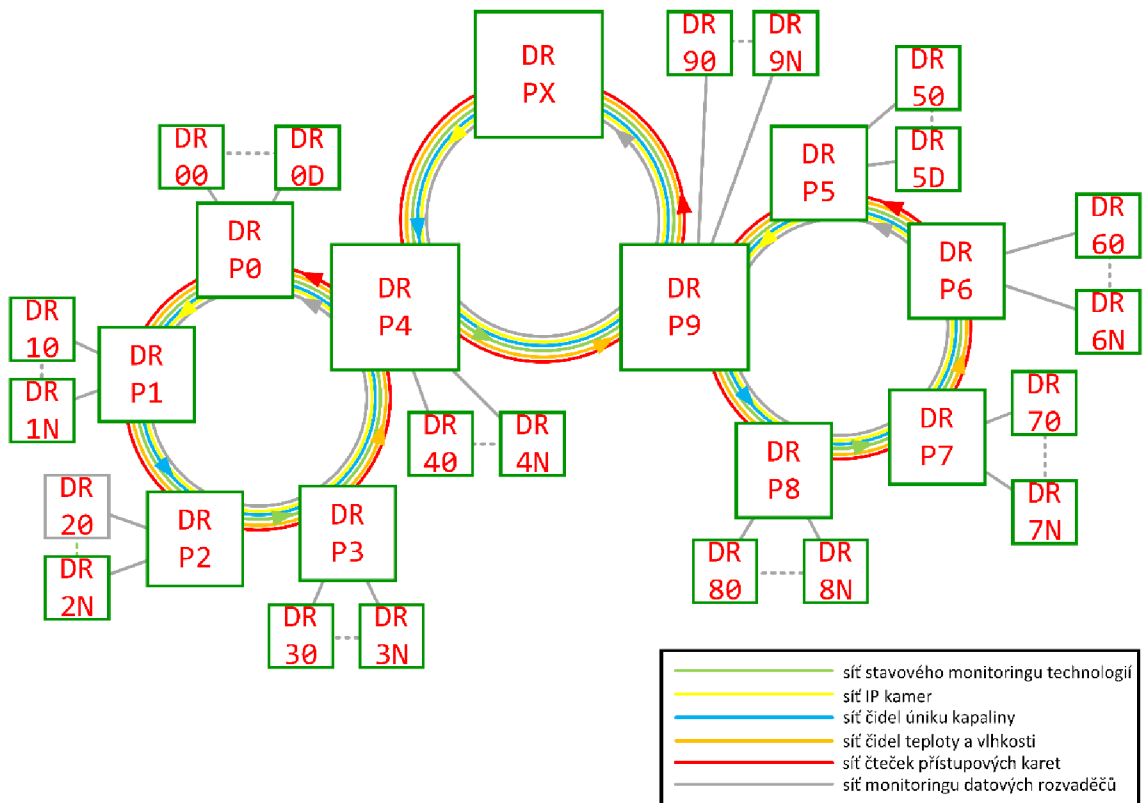
Zadavatelem poskytnuté materiály pro podporu návrhu zahrnují půdorysy všech pater a studii proveditelnosti výstavby datového centra.

#### **3.1. BLOKOVÉ SCHÉMA**

Navržené řešení pracuje s hlavním centrálním rozvaděčem (DRPX) v nadzemním patře, poblíž kterého se bude nacházet dohledové centrum s obsluhou.

Každý sál na obou podzemních patrech bude mít vlastní rozvaděč pro podpůrnou infrastrukturu (DRP0-DRP9), přičemž tyto rozvaděče budou v rámci patra propojeny do kruhu optickou páteří kabeláží pro každou sledovanou oblast podpůrných technologií zvlášť. Díky tomu bude pro každou sledovanou oblast vyčleněna fyzicky oddělená síť, což velmi významně přispívá k bezpečnostnímu faktoru. Jeden z rozvaděčů na každém

podzemním patře (DRP4, DRP9) bude napojen na vertikální kruhovou optickou páteřní sekci, která zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými patry.



**Obrázek č. 17: Blokové schéma zapojení rozvaděčů**  
(zdroj: vlastní zpracování)

Rozvaděče podpůrné infrastruktury na každém sále budou napojeny na jednotlivé rozvaděče provozní infrastruktury datového centra (DR00-DR9N), ve kterých se nachází monitoring pro příslušné rozvaděče. Zapojení je řešeno topologií neúplného polynomu. To umožní snadnou a rychlou identifikaci a řešení případných detekcí abnormalit v rozvaděčích provozní infrastruktury. Toto řešení zajišťuje extrémní robustnost, vysokou dostupnost a spolehlivost celé infrastruktury, což je pro bezproblémový provoz datového centra naprosto klíčový faktor.

### 3.2. ROZVADĚČE PODPŮRNÉ INFRASTRUKTURY

Dle oborových doporučení ANSI/BICSI 002 (8) se rozvaděče podpůrné infrastruktury umísťují do rohů datových sálů nebo na konec řady rozvaděčů provozní infrastruktury. V navrženém řešení jsou rozvaděče umístěny z pohledu číslování rozvaděčů na konci řady, z pohledu vstupu do sálu na začátku řady, ale toto umístění není směrodatné

a rozvaděče mohou být při realizaci přemístěny jinam. Centrální rozvaděč v prvním nadzemním podlaží je umístěn v místnosti vyčleněné jako dohledové centrum.

Rozvaděče jsou číslovány v souladu s očíslováním jednotlivých sálů, rozvaděč podpůrné infrastruktury v místnosti označené jako „DC-0“ je tak nazván jako datový rozvaděč „P0“, rozvaděč v místnosti „DC“ jako „P1“ atd. Centrální datový rozvaděč v nadzemním podlaží je pojmenován jako datový rozvaděč „PX“.

Typ a tvar použitých rozvaděčů pro podpůrnou infrastrukturu není podstatný. Lze použít nástěnný rozvaděč a připevnit jej z boku na první provozní rozvaděč v řadě, případně je možné využít stejný skříňový rozvaděč, jako používá provozní infrastruktura. Popřípadě lze rozvaděč přemístit ke stěnám místnosti a pověsit na zeď. Konkrétní lokace, typ a tvar bude stanoven projektantem při realizaci. Je nutné, aby vybraný rozvaděč splňoval minimální výšku 18U, ideálně větší, a minimální hloubku danou nejhlubším použitým zařízením – použitými switchi a optickou vanou. Preferovaný typ je skříňový rozvaděč postavený na zem do řady s rozvaděči provozní infrastruktury.

Návrh pracuje s klasickou koncepcí rozvaděčů s šířkou 19 palců, které však nejsou příliš prostorově úsporné. Pro podstatnou úsporu místa by bylo možné použít průmyslové nástěnné rozvaděče s DIN lištami. Tomuto řešení by však musel být uzpůsoben celý návrh včetně aktivních prvků, přepojovacích panelů a kabelových organizérů.

Kostrý všech rozvaděčů včetně dvířek musejí být dle norem ČSN EN 50310 ed. 4, ČSN EN 50174 ed. 3 a ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 řádně uzemněny do společného zemnicího bodu pro celé datové centrum. Preciznost správného zemnění je obzvláště kritická v případě použití stíněné varianty strukturované kabeláže.

### **3.2.1. PŘEPOJOVACÍ OBLAST**

Dle oborových doporučení ANSI/BICSI 002 pro Tier IV datacentrum jsou v přepojovací oblasti rozvaděčů na přepojovacích panelech pro všechny aplikace využívány klíčované konektory, které znemožňují špatné či neoprávněné zapojení konektoru, a přispívají tak k celkové informační bezpečnosti. Současně je respektováno následující barevné značení konektorů.:

- síť IP CCTV kamer **žlutou**,
- síť čteček přístupových karet **červenou**,
- síť pro monitoring rozvaděčů **šedou**,

- síť pro monitoring teploty **oranžovou**,
- síť pro monitoring úniku kapalin **modrou**,
- síť pro monitoring ostatních zařízení **zelenou**.

Tento barevný kód je použit jak pro metalickou, tak pro optickou kabeláž. Pro jednodušší orientaci je kód respektován i v příložených plánech. Zvolený barevný kód je použitý i pro klíčované konektory a je tak splněna nejvyšší bezpečnostní úroveň řešení Panduit NISS.

Všechny metalické patch cordy mají zalitý plášť v plugu a používají ochranu aretace proti zaháknutí nebo odlomení. Tyto robustnější konektory zabraňují nechtěnému poškození kabelu při neopatrné manipulaci a je sníženo riziko vytrhnutí kabelu z plugu či poškození plastové západky aretace. V rámci celého rozvaděče se využívá konektorování dle standardu ANSI/TIA/EIA T568B, který je v Evropě častěji využíváný. (21) Standard T568A může být rovněž použit, ale v tom případě je nutné udržet konzistenci a používat tento standard v celém objektu datového centra.



**Obrázek č. 18: Vyměnitelné kazety s klíčovanými konektory optických van**

(zdroj: 17)

Každý rozvaděč provozní infrastruktury bude obsahovat optickou vanu s čelem s alespoň 24 duplexními adaptéry, které funguje jako optický přepojovací panel.

Pro případné budoucí rozšíření je vhodné využít čelo s více konektory. Na typu konektoru nezáleží, je pouze nutné, aby bylo možné použít klíčované konektory. Doporučený typ konektoru je LC. Pro maximální usnadnění práce je vhodné použít čelo se čtyřmi vyměnitelnými kazetami, každá po šesti duplexních konektorech. Každá kazeta bude obsahovat jeden duplexní adaptér od jedné barvy (sledované oblasti), každá kazeta tak udává směr, kam z ní optické kabely vedou. Příklad: jedna kazeta vede do předchozího rozvaděče v kruhu na patře, druhá vede do následujícího rozvaděče v kruhu na patře, třetí kazeta vede do vyššího patra, čtvrtá kazeta vede do nižšího patra. Tento příklad ilustruje následující obrázek. Kompletní mapa propojení jednotlivých tras je přiložena na konci práce.



**Obrázek č. 19: Schéma zapojení rozvaděče DR P4**  
(zdroj: vlastní zpracování)



### **3.3. PÁTEŘNÍ SEKCE**

Jako páteřní vedení je označeno propojení mezi hlavními rozvaděči v podzemních patrech (DR P4 a DR P9) s hlavním rozvaděčem v nadzemním patře (DR PX), a také propojení jednotlivých rozvaděčů podpůrné infrastruktury v rámci patra.

#### **3.3.1. VERTIKÁLNÍ ČÁST – PROPOJENÍ PATER**

Hlavní rozvaděče mezi patry jsou propojeny v kruhu pomocí optického singlemode OS1 breakout kabelu s alespoň 12 vlákny. Reálně fyzická topologie vertikální části optické páteřní sekce je úplný polynom, tedy každý ze tří rozvaděčů má propoj pro obousměrnou komunikaci s ostatními rozvaděči. Dostatečná kabelová rezerva je uložena v optických vanách v příslušných rozvaděčích. Všechny vlákna musejí být zakončena v optických vanách. Optické vany musejí být označeny příslušným štítkem, který upozorňuje na výskyt laserového záření.

Návrh infrastruktury zastřešuje šest zmiňovaných podpůrných technologií – IP kamery, čtečky přístupových karet, monitoring rozvaděčů, teplotu, únik kapalin a stavový monitoring ostatních zařízení. Každá sledovaná technologie má vyčleněný jeden pár optických vláken – jedno pro příchozí a jedno pro odchozí komunikaci. Z každého hlavního rozvaděče pro podpůrnou infrastrukturu tak odchází dvanáct vláken do jednoho rozvaděče na jiném patře a dvanáct vláken do druhého rozvaděče na dalším patře.

Je doporučeno použít kabel s více než 12 vlákny, případně položit jeden kabel navíc, který by byl vyhrazen pro budoucí použití a rozšíření, například pro hasicí systém, nouzový rozhlas apod., případně pro kapacitní rozšíření stávajícího systému v případě, že by v budoucnu byla aktuální kapacita nedostatečná. Všechna vlákna jsou zakončena v optické vaně v příslušném rozvaděči.

Nedostatečnost kapacit je nepravděpodobná, optická vlákna jsou schopna přenášet několikanásobně větší objemy dat, než jaké se budou při provozu reálně přenášet.

Kabely budou mezi jednotlivými patry prostoupeny k tomu určenými šachtami v místnostech v pravé spodní části přiložených půdorysů objektu. Jelikož budou kabely překonávat vertikální stoupání, nelze použít kabely s volnou sekundární ochranou. Doporučuje se použít kabely s bezhalogenovými plášti, které při případném požáru neprodukují jedovaté zplodiny.

### **3.3.2. HORIZONTÁLNÍ ČÁST – JEDNOTLIVÉ SÁLY**

K propojení rozvaděčů podpůrné infrastruktury v rámci jednotlivých pater se používá stejný optický kabel singlemode OS1 breakout s 12 vlákny jako v případě vertikální páteře. V rámci pater jsou rozvaděče spojeny do kruhu, do každého rozvaděče tak přichází jeden 12vláknový kabel z předchozího rozvaděče a vychází jeden 12vláknový kabel do následujícího rozvaděče. Kompletní schéma přepojů je uvedeno v příloze této práce.

Oborová doporučení ANSI/BICSI stanovují, že síť bezpečnostních IP kamer musí být oddělená (6, 8, 25) od ostatní dohledové infrastruktury. Oddělení ostatních oblastí dozoru tak pak technicky následuje stejné principy jako oddělení kamer. Fyzicky oddělené sítě zajišťují, že v případě kompromitace jedné oblasti sítě nejsou ostatní části ohroženy. Přístup do sítí jednotlivých dozorovacích technologií bude umožněn v prvním nadzemním podlaží v dohledovém centru. Veškeré sítě budou vyvedeny v datovém rozvaděči PX.

V rámci pater není očekáván přenos velkých objemů dat, optická páteř je tak v tomto případě použita především z důvodů úspory místa v kabelových koridorech a z důvodu zajištění galvanické oddělenosti jednotlivých rozvaděčů. K výskytu zkratu by nemělo v žádném případě dojít, pokud by ale náhodou došlo, elektrický náboj se po optické trase nemůže šířit a kromě zasažené oblasti bude síť nadále fungovat bez výpadku.

### **3.4. HORIZONTÁLNÍ SEKCE**

Horizontální sekci je myšlena část strukturované kabeláže od rozvaděčů podpůrné infrastruktury k jednotlivým koncovým zařízením. Pro horizontální sekci je použitý nestíněný kabel kategorie 6A s libovolnými prvky konstrukce pro snížení přeslechů uvnitř párů i ostatních kabelů v kabelovém koridoru (například alien bariéra a X kříž). Přesný typ kabelu bude přizpůsoben vzhledem k instalaci kabeláže pro provozní infrastrukturu. V případě přání zadavatele je možné při realizaci použít i stíněnou variantu kabeláže, musejí tomu však být přizpůsobeny veškeré náležitosti instalace. V každém případě je stejně jako u optické části páteře vhodné použít plášť z materiálů bez halogenových příměsí.

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, návrh rozčleňuje horizontální kabeláž na šest zcela oddělených oblastí. Kromě výjimky CCTV kamer a monitoringu provozních rozvaděčů jsou všechny ostatní sítě sestaveny dle oborových doporučení (8, 32)

obdobným způsobem – switch uvnitř rozvaděče podpůrné infrastruktury na každém sálu funguje jako ring manažer a koncová zařízení (čidla a senzory) jsou mezi sebou pospojována do kruhu. U CCTV kamer tento způsob zapojení není technicky možný (25, 32) a bude rozveden dále v práci. U monitoringu provozních rozvaděčů je topologie kombinovaný kruh s hvězdou a bude popsán dále v příslušné kapitole. V nadzemním podlaží je z důvodu délky budovy v jednom případě nutné použít hvězdicovou topologii u čteček přístupových karet. I tato situace bude popsána a zdůvodněna dále v příslušné kapitole této práce.

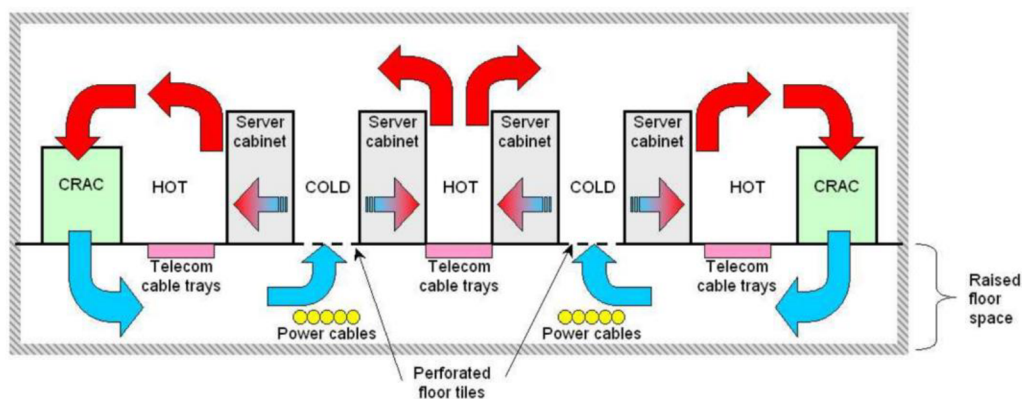
V přepojovací oblasti jsou v každém rozvaděči využity dva nestíněné 1U modulární přepojovací panely Panduit pro 24 modulů Mini-Com. Využití vysokohustotního řešení by bylo u Cat. 6A kabelů nepraktické. K organizaci kabeláže jsou v každém rozvaděči využity 3U organizéry. Ty zajišťují dostatečný prostor pro zahnutí kabelů kategorie 6A, aniž by došlo k překročení minimálního poloměru ohybu.

Napájení koncových zařízení je realizováno přes standard PoE. Použité switche musejí mít dostačující PoE budget, aby zvládly napájet veškeré připojené zařízení. V případě, že celkový odběr připojených zařízení bude překračovat PoE budget zvoleného switche, bude nutné využít externí PoE injektory.

### **3.4.1. TRASOVÁNÍ A KONEKTORY**

Téměř v celém objektu jsou instalovány zdvojené podlahy a podhledy. Návrh počítá s tím, že hlavní část kabeláže bude vedena v kabelových žlabech pod zdvojenou podlahou. Přesný typ žlabu a jeho trasa budou stanoveny při realizaci, je ale nutné, aby kabelové žlaby s víky nebyly drátěné konstrukce. Nejvíce vyhovující jsou žlaby z neperforovaného plechu. Pokud by žlaby byly drátěné konstrukce, kabely na dně žlabu by se pod tíhou ostatních kabelů deformovaly o konstrukci žlabu.

Kabelové žlaby zároveň mají efekt Faradayovy klece, kdy pohltí případné elektromagnetické rušení z okolí. Všechny kabelové žlaby však musejí být precizně uzemněny dle norem ČSN EN 50310 ed. 4, ČSN EN 50174 ed. 3 a ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. Přesto v případě křížování či souběhu navrhnuté trasy se silovým vedením musejí být dodrženy minimální rozestupy pro minimalizaci rušení.



**Obrázek č. 20: Teplá a studená ulička – umístění kabeláže**

(zdroj: 33)

Přenos dat v metalické kabeláži probíhá elektrickými impulzy s tak malou energií, že není schopen způsobit ani mírně oteplení kabelu. Teplota kabelů v provozu je tak dána teplotou okolí a není potřeba je jakkoli chladit perforací žlabů. Kabely mohou být umístěny pod tzv. teplou uličkou.

Velikost kabelových žlabů může být výrobcem upravena dle potřeb zákazníka. Žlaby by měly být dimenzovány tak, aby byly naplněny maximálně ze 70 % celkové kapacity. Zbytek je určen jako rezerva pro případné budoucí využití.

Kabely uvnitř žlabů jsou vysvazkovány pomocí vyvazovacích pásků na suchý zip, k páskům jsou připevněny popisky svazků. Pásky nesmějí být v žádném případě staženy tak, aby vyvíjely tlak na kabely.

Ve všech případech změny směru kabelu musí být dodržen minimální poloměr ohybu. Při příliš ostré „zatačce“ by mohlo dojít k deformaci kabelu, která povede k narušení symetrie uvnitř páru a k degradaci přenosových parametrů.

Dílní část kabeláže vede i do částí objektu, kde není instalována zdvojená podlaha nebo podhled, případně je nutné spustit kabel do úrovně mezi stropem a podlahou. V takovém případě je nutné využít plastových kabelových lišt vedených na povrchu stěn. Tato varianta se týká jen malé části kabelů a jde především o kamery vzdálené od datových sálů anebo čtečky přístupových karet, které musejí být ve výšce dosažitelné pro člověka. Dle normy ČSN 33 2130 by čtečka měla být ve výšce 1050 mm od podlahy.

### 3.4.2. SYSTÉM ZNAČENÍ

Návrh stanovuje pouze ilustrační způsob značení konektorů. Není nutné se striktně držet návrhu, neboť konečné označení místností v objektu se pravděpodobně změní.

Hlavní hodnota navrženého systému značení spočívá ve snazší orientaci v přepojovacích tabulkách. Konečný systém značení musí navrhnout kompetentní projektant s finálním návrhem značení místností v budově.

Navrhované značení vychází z reverzního identifikačního kódu. Filozofií reverzního kódu je přiřadit datové zásuvce port na přepojovacím panelu. (20) Princip tvorby reverzního kódu popisuje následující tabulka.

#### Tabulka č. 5: Tvorba reverzního kódu značení

(zdroj: vlastní zpracování podle 20, 21)

RPXXYYZZ
R – označení datového rozvaděče (rozsah 0-9)
P – označení patch panelu (rozsah 0-9)
XX – počátek kruhu – port patch panelu (rozsah 01-99)
YY – konec kruhu – port patch panelu (rozsah 01-99)
ZZ – pořadí zařízení v kruhu (rozsah 01-99)

Vzniklý kód je krátký a snadno čitelný, bez návodu ale nelze z kódu snadno vyčíst, kam linka vede. (21)

Kompletní tabulka všech propojů je uvedena v příloze této práce.

### 3.5. MONITORING NAPÁJENÍ

Tři dieselgenerátory Caterpillar na povrchu mají řízení, které podporuje monitoring po TCP/IP. Dvě podzemní jednotky mají zastaralé řízení. Projekt počítá s modernizací řízení, která umožní sledování přes systém SCADA. Směrem ke generátorům je zavedena kabeláž, která umožní zapojení monitoringu generátorů do kruhové topologie.

Pokud bude součástí revitalizace generátorů i zavedení řídicího systému naftového hospodářství, který by umožnil jeho monitoring, pak může být tento systém připojen do kruhu se systémem řízení generátorů. V opačném případě bude pod palivové nádrže umístěno čidlo úniku kapalin, které zajistí sledování průsaku paliva z nádrží, a snímač

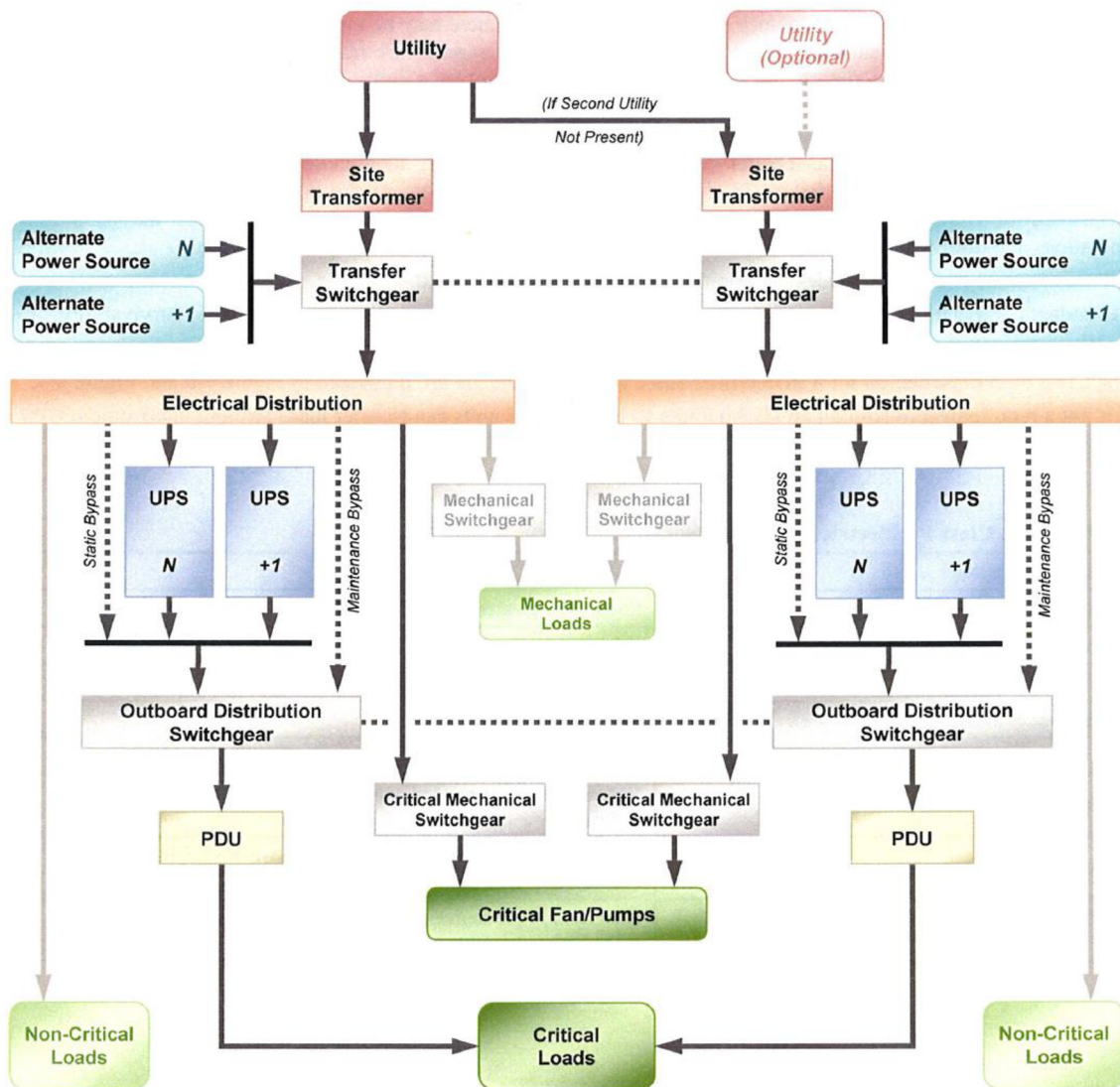
hladiny paliva. Je žádoucí hlídat, aby sledované množství paliva stačilo na 8-96 hodin provozu plného zatížení datacentra. (8)

Projekt počítá s možností budoucího rozšíření napájecí soustavy o fotovoltaické články. Jejich připojení je možné do stejného okruhu s generátory. Případně se nabízí varianta později v trafostanicích vybudovat podružný rozvaděč se switchem, který by obsluhoval zvlášť kruh monitoringu generátorů, zvlášť dozor nad trafostanicemi a zvlášť fotovoltaiku.

V případě, že by došlo na modernizaci trafostanic a přibylo by jejich řízení a dozor, je možné je zapojit do okruhu s generátory. V současné době není komplexní dozor nad trafostanicemi v řešení a je možné sledovat pouze základní veličiny konvenčními metodami. V budoucnu by bylo možné sledovat tok elektřiny pro konkrétnější výpočty efektivity použitých energií datového centra.

Navrhované UPS moduly podporují SCADA dozor. Mají integrovaný ATS přepínač, je možné sledovat funkci usměřovače a invertoru, jakož i teplotu a stav nabití bateriových modulů. Pro přidanou bezpečnost je do místností s bateriemi zavedeno teplotní čidlo a kamera. Dle osvědčených provozních postupů ANSI/BICSI 009 (34) je žádoucí provádět periodické kontroly bateriových článků a v případě nutnosti vyměnit vadné moduly. Periodicitu servisních intervalů stanovuje výrobce vybavení.

V každém rozvaděči provozní infrastruktury budou montovány dvě zásuvkové lišty s řízením po TCP/IP (tzv. smart PDU), každá minimálně po 24 zásuvkách. (7) Každá lišta je z důvodu redundance napájení napojena na jinou napájecí větev, v případě výpadku jedné větve přebere její funkci druhá přívodní větev.



Obrázek č. 21: Schéma zdrojů elektřiny  
(zdroj: 8)

Pokud by bylo došlo k instalaci monitorovacího systému trafostanic, velmi by to usnadnilo možnost výpočtu metriky PUE nebo DCiE. Power usage effectiveness (PUE) dle následujícího vzorce (25, 35):

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Energy}}{\text{IT Equipment Energy}}$$

DCiE (Data Center infrastructure Efficiency) pak představuje převrácenou hodnotu PUE, vyjádřenou v procentech. Ideální hodnota PUE nebo DCiE je 1.0, respektive 100 %, kdy veškerá příchozí energie do datového centra je využita pro IT vybavení.

Celkovou hodnotu spotřeby energie pro IT vybavení lze velmi snadno zjistit ze smart PDU, které jsou instalovány do každého datového rozvaděče v datovém centru.

Bez monitoringu trafostanic lze celkovou spotřebu datacentra vyčíst pouze z elektroměru nebo vyúčtování od dodavatelů elektřiny.

### **3.6. MONITORING SYSTÉMU CHLAZENÍ**

Ze zadavatelem poskytnutých podkladů vyplývá, že instalované klimatizační jednotky obsahují vlastní řízení, které lze dozorovat přes systém SCADA. Souběžně s tím jsou na sálech instalovány kombinovaná teplotní a vlhkostní čidla, díky kterým bude možné regulovat pracovní teplotu i vlhkost v místnostech. Na každém konci sálů jsou zavěšeny dvě čidla před výdechy klimatizace s cílem umožnit zachycení případné poruchy na jedné z klimatizačních jednotek. Pokud by bylo na konci sálu zavěšeno pouze jedno čidlo, mohlo by být obtížné určit, na které z klimatizačních jednotek došlo k poruše. Dvě čidla v blízkosti výdechu klimatizace umožňují přesnější určení místa poruchy, což umožňuje rychlejší a efektivnější opravu.

Pod výdechy klimatizace jsou umístěny čidla úniku kapaliny. Tyto čidla jsou nainstalována s cílem zachytit kapalinu, které mohou unikat z klimatizačních jednotek v případě poruchy. Pokud dojde k poruše jedné z klimatizačních jednotek, může docházet k úniku kondenzátu, což může způsobit potenciální poškození zařízení nebo ohrožení bezpečnosti. Díky čidlům úniku kapaliny umístěným pod výdechy klimatizace lze těmto problémům předejít tím, že se včas zjistí odkapávající kondenzát a zabrání se jeho dalšímu šíření.

Rozmístění čidel teploty a čidel úniku kapaliny je provedeno dle oborových doporučení.  
(7, 36)

### **3.7. ZABEZPEČENÍ PERIMETRU – CCTV**

Venkovní perimetr i vnitřní část budovy bude vybavena IP CCTV kamerami. Kamerový systém má za úkol zabezpečit budovu a ochránit všechny uživatele a majetek v rámci objektu. Venkovní kamery umístěné kolem budovy budou sloužit jako preventivní opatření proti neoprávněnému vstupu na pozemek objektu a umožní rychlou identifikaci a reakci na podezřelou činnost v okolí budovy. Zvenku objektu jsou kamery rozmístěny kolem budovy tak, aby jejich záběr pokrýval kompletní okolí budovy.

Uvnitř budovy jsou kamery rozmístěny především tak, aby pokrývaly jednotlivé sály datového centra a sledovaly přístupové chodby a místnosti s instalovanými podpůrnými



technologemi, například místnosti s bateriemi pro UPS. Vnitřní kamery tak umožní sledování všech důležitých oblastí v budově, což pomůže chránit majetek a informace uložené v datovém centru. Výsledkem bude vysoká úroveň bezpečnosti a ochrany pro uživatele objektu a jeho prostředí.

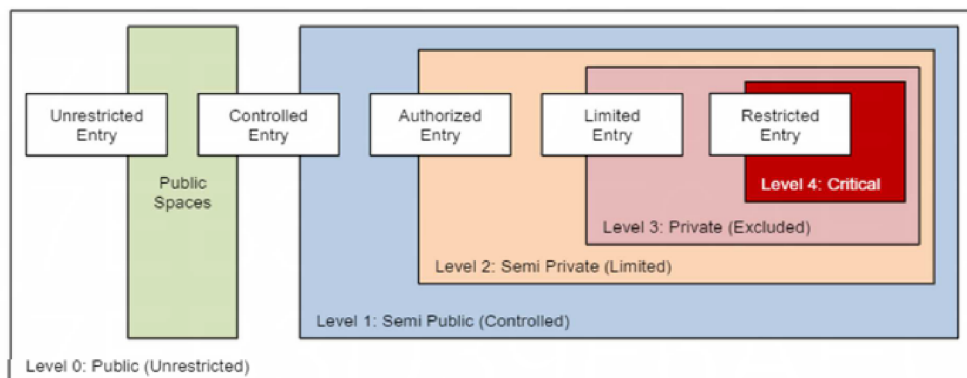
Jelikož CCTV kamery nejsou pro chod centra kritické, jsou zapojeny do klasické hvězdicové topologie. Zároveň v některých případech nelze použít kruhovou topologii tak, aby nebyla překročena maximální délka horizontálního vedení 90 metrů.

Norma ČSN P 734450-1 a jiné (7, 10, 25, 32) specificky stanovují, že síť CCTV kamer musí být z bezpečnostních důvodů fyzicky oddělená od ostatních sítí v datovém centru. Návrh toto nařízení respektuje v plné míře. Díky tomu i v případě, pokud by potenciální útočník kompromitoval síť bezpečnostních kamer, nebylo by pro něj možné dostat se dále do sítě datového centra.

Všechny kamery využívají napájení přes standard PoE. Je nutné respektovat PoE budget switche, ke kterému budou kamery připojeny. Pokud by měl být PoE budget switche překročen, bude nutné využít externí PoE injektory, které umožní napájení kamer i mimo možnosti switche.

### 3.8. ZABEZPEČENÍ PERIMETRU – OMEZENÍ PŘÍSTUPU

Vstup do jednotlivých částí budovy je omezen přístupovým systémem se čtečkami přístupových karet s přiděleným oprávněním. Dle zavedených praktik ANSI/BICSI 009 by celý areál datového centra měl být rozdělen na několik zón, podle kterých budou stanoveny úrovně kontroly přístupu. (34)



**Obrázek č. 22: Rozdělení datacentra na bezpečnostní zóny**  
(zdroj: 34)

V souladu s normou ISO/IEC 27001 by měla být každých 6 měsíců provedena revize přidělených oprávnění a mělo by dojít k odebrání oprávnění těm osobám, které je ke své práci nepotřebují. (10)

Bezpečnostní kategorie	Bezpečnostní zóna	Charakteristika objektu	Příklad
I.	zvlášť zabezpečená	objekt s kritickým významem pro prvek KI: nenahraditelný nebo obtížně nahraditelný	dispečink, pracoviště ICT, serverovna
II.	zabezpečená	objekt se zásadním významem pro prvek KI	klíčové zařízení výroby, administrativní budova sídla společnosti, telefonní ústředna, strojovna, archiv
III.	chráněná	objekt s důležitým významem pro zabezpečení funkčnosti prvku KI	vybraný skladový prostor, generátorová stanice, vybraná opravárenská dílna
IV.	kontrolovaná	neprovozní a nevýrobní objekt, který nemá přímý vliv na bezpečnost	garáž, dílna, odstavná plocha, školící budova

**Obrázek č. 23: Kategorizace objektů na bezpečnostní zóny**

(zdroj: 10)

Čtečky přístupových karet současně rozdělují objekt na požární zóny. Je žádoucí, aby byly použité dveře žáruvzdorné a odolaly případnému požáru po normovanou dobu, aby se požár nešířil dále po objektu. (8)

V nadzemním podlaží je v levé části budovy nutné přerušit kruhovou topologii a tři čtečky zapojit do hvězdy. Pokud by měly být čtečky karet v kruhu, celková délka kabeláže by přesahovala povolených 90 metrů.

### **3.9. ROZVADĚČE – PROVOZNÍ INFRASTRUKTURA**

U rozvaděčů provozní infrastruktury je nutné sledovat následující veličiny:

- teplotní profil rozvaděčů,
- spotřebu energie vybavení uvnitř rozvaděčů,
- přístup dovnitř rozvaděče.

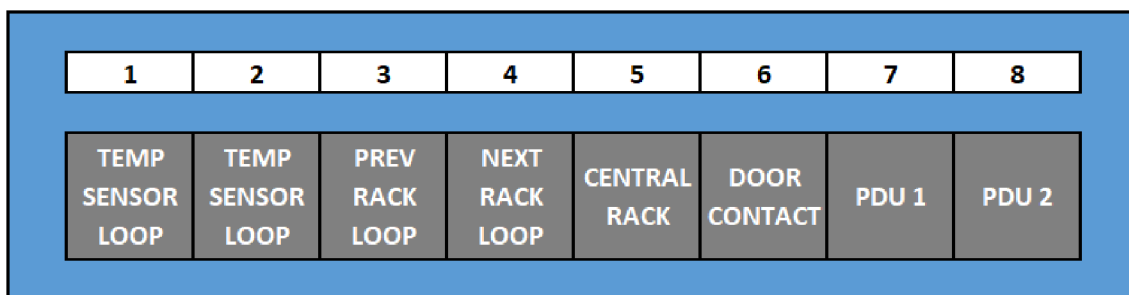
Oborová doporučení ANSI/BICSI 002 stanovují, aby rozvaděče byly vybaveny minimálně šesti teplotními čidly. Jedno čidlo se bude nacházet ve spodní části rozvaděče, druhé uprostřed a třetí ve vrchní části. Toto rozložení bude aplikováno na čidla v přední i v zadní části rozvaděče. Tak bude získáván dokonalý teplotní profil a tok vzduchu napříč rozvaděčem od nasávaného studeného vzduchu zespodu ze studené uličky až po teplý

vyfukovaný vzduch nahoře do teplé uličky. (8, 36) Teplotní senzory jsou uvnitř rozvaděče vzájemně zapojeny do kruhové topologie.

Uvnitř rozvaděčů budou pro distribuci umístěny dva smart power distributory (PDU) s TCP/IP monitoringem s minimálně 24 zásuvkami. (7) Na základě získaných dat z těchto napájecích jednotek je možné sledovat spotřebu jednotlivých připojených zařízení uvnitř rozvaděče nebo rozvaděče jako celku. Takto získané hodnoty mohou být použity k výpočtu metriky PUE nebo DCiE.

Datové rozvaděče budou uzamykatelné, na dveřích rozvaděče bude umístěn magnetický snímač otevření dveří. To umožňuje sledování přístupu do rozvaděčových skříní.

V zadní části rozvaděče bude montována DIN lišta pro uchycení osmiportového switchu a jeho napájení obsluhující zmíněné senzory uvnitř rozvaděče. Z hlavního sálového rozvaděče podpůrné infrastruktury vede ke každému rozvaděči provozní infrastruktury jeden kabel strukturované kabeláže. Z každého provozního rozvaděče vycházejí dva kabely sloužící k propojení se sousedními rozvaděči. To zajišťuje kruhovou redundantní komunikaci mezi rozvaděči.



**Obrázek č. 24: Zobecněné zapojení switchů uvnitř provozních rozvaděčů**

(zdroj: vlastní zpracování)

Realizace systému monitorování rozvaděče se obvykle řeší jedním kompletním systémem od jednoho výrobce. Uvedené řešení je generalizace principů takovýchto jednotných systémů. Výběr systému a jeho výrobce bude řešen projektantem při plánování realizace projektu.

### **3.10. ELEKTRONICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE**

Elektronická požární signalizace (EPS) bude součástí jiného projektu. Připojení okruhu EPS do monitorovací infrastruktury je možné v případě, že bude systém kompatibilní s dozorem přes SCADA nebo SNMP. Návrh počítá s možností připojení kompatibilní

EPS do jednotného dozorovacího systému, současně návrh počítá s tím, že systém bude mít instalované vlastní detektory kouře, které bude obsluhovat ve vlastní režii. Nová požární signalizace však může k vyhodnocení požáru využívat informace získávané instalovanými teplotními čidly v jednotlivých datových sálech.

K hašení případného požáru je zakázáno využívat vodu. Pro zabránění poškození elektroniky je potřeba využít inertní plyny, které znemožňují hoření a neničí vybavení datacentra.

### **3.11. MONITORING OSTATNÍCH TECHNOLOGIÍ**

Dozor nad jinými technologiemi, než které jsou uvedené a v návrhu realizované, je možný v případě, že bude jejich řídicí systém kompatibilní s monitoringem přes standardní protokoly TCP/IP (SNMP) a SCADA. Implementace takových systémů do již existující podpůrné infrastruktury je pak na dodavateli zařízení. Připojení do dozorové infrastruktury je možné na několika místech, je doporučeno respektovat kruhovou topologii nově zapojených zařízení.

### **3.12. AKTIVNÍ PRVKY**

Tento návrh se nezabývá konkrétními aktivními prvky, jde pouze o zobecněné zařízení s výčtem požadovaných vlastností. Konkrétní volba zařízení bude provedena při realizaci projektu. Návrh počítá s klasickými 19 palcovými prvky do racku, v dřívějších kapitolách byla nastíněna varianta řešení pomocí průmyslových rozvaděčů s DIN lištami. V případě realizace tohoto řešení je nutné pořídit takové aktivní prvky na DIN lištu, které budou mít až 24 RJ-45 portů a 4 SFP porty. Variantně lze v daném případě použít více prvků s méně porty, např. 2x 12 RJ-45+2 SFP.

Zvolené aktivní prvky musejí splňovat vysoké nároky na spolehlivost a stabilitu. Vzhledem k tomu, že tyto prvky budou sloužit jako klíčové součásti Mission Critical Network sítě, je důležité zajistit, aby byly vhodně zvoleny tak, aby byly schopny pracovat nepřetržitě bez zásahu uživatele.

Jedním z nejdůležitějších kritérií pro volbu aktivních prvků v kritických aplikacích je adekvátní MTBF, tedy střední doba mezi poruchami. Tento parametr je jedním z měřítek spolehlivosti a znamená dobu, po kterou se v průměru za běhu aktivního prvku nevyskytne žádná porucha. Pro kritické aplikace je důležité zvolit prvky s co nejvyšší

hodnotou MTBF, aby bylo minimalizováno riziko výpadku sítě a prakticky se eliminovala pravděpodobnost vzniku výpadku zařízení, který by mohl mít negativní dopad na kritické operace.

Dalším důležitým faktorem je schopnost síťových přepínačů zvládat kruhovou topologii. Kruhová topologie je v kritických aplikacích základní síťovou topologií, protože umožňuje redundantní cesty pro přenos dat a minimalizuje riziko výpadku spojení. Avšak přepínače musí být navrženy tak, aby byly schopny správně řídit tok dat v takovéto topologii a pružně reagovat na případné výpadky.

Celý navržený dozorový systém podpůrné infrastruktury bude fungovat na systému SCADA a univerzálním SNMP protokolu. Je bezpodmínečně nutné, aby všechny aktivní prvky byly plně kompatibilní s těmito protokoly. Dodatečná implementace jiných technologií s proprietárními protokoly je čistě v režii dodavatele daného řešení.

Dále je důležité, aby síťové přepínače podporovaly PoE (*Power over Ethernet*) napájení a disponovaly dostatečným PoE budgetem pro napájení všech napojených zařízení, převážně IP kamer. PoE umožňuje přenos dat a napájení prostřednictvím jednoho Ethernetového kabelu, což usnadňuje instalaci a snižuje náklady na kabeláž.

Dodatečné zabezpečovací technologie a nastavení aktivních prvků musí být navrženy a nastaveny kompetentní osobou. Je nutné zajistit, aby všechny aktivní prvky byly správně nakonfigurovány a zabezpečeny proti potenciálním hrozbám. To zahrnuje například konfiguraci firewallu, omezení přístupu na síťové porty nebo omezení přístupu na připojení.

Kromě správného nastavení aktivních prvků je důležité zajistit, aby všechny události zaznamenané monitoringem byly spolehlivě archivovány. Pro tento účel je nutné mít dostatečnou kapacitu pro ukládání bezpečnostních logů a dat, ale také správně nastavená pravidla pro archivaci a ochranu dat v centrálním úložišti. Archivace dat je velmi užitečná při řešení problémů nebo incidentů v síti a může pomoci s odhalením potenciálních bezpečnostních hrozeb.

V neposlední řadě je důležité, aby všechny aktivní prvky byly aktualizovány na nejnovější verze firmwaru a softwaru. Aktualizace mohou obsahovat důležité bezpečnostní opravy a vylepšení výkonu, a proto je důležité je pravidelně aplikovat. Při aktualizaci je nutné dbát na správné nastavení a testování, aby nedošlo k výpadku sítě nebo ztrátě funkcionalit.

## 4. FINÁLNÍ ÚPRAVY A ROZPOČET

Při výsledné realizaci projektu může zadavatel použít libovolné materiály, které však musejí splňovat minimální požadavky stanovené tímto návrhem. V případě změn oproti projektu musí být vyhotovena výkresová dokumentace skutečného stavu provedení. Je doporučeno používat všechny komponenty kabelážního systému od jednoho renomovaného výrobce pro možnost uplatnění systémové garance.

Při zatahování kabelů do tras nesmí být překročeno jejich maximální povolené namáhání v tahu ani torzní namáhání. Trasy jsou navrženy tak, aby byl dodržen minimální poloměr ohybu všech položených kabelů. Při pokládce musejí být respektovány normy ČSN EN 50173, ČSN EN 50174 a výrobcem předepsané instalační postupy pro jednotlivé použité komponenty. Instalační firma musí předložit osvědčení prokazující její oprávnění k realizaci pokládky kabeláže a prokáže reference o praktických znalostech v problematice řešených technologií. V případě aplikace systémové garance musí instalační firma předložit i autorizační osvědčení pro příslušný kabelážní systém. To zaručí, že instalace bude provedena správně a řádně. Výsledný systém bude zhotovitelem certifikován.

Veškeré kabely určené pro budoucí použití budou označeny příslušným štítkem „pro budoucí použití“ a budou patřičně zakončeny s dostatečnou rezervou alespoň 1,5 metru. Po ukončení montáže všech komponent, kabelů, rozvaděčů a zásuvek bude provedena vizuální kontrola celého systému. Kontrola bude zaměřena také na úplnost a správnost označení rozvaděčových panelů a koncových zařízení.

Po dokončení vizuální kontroly bude provedena výchozí revize podle normy ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6 a dalších souvisejících norem a předpisů. Všechny instalované segmenty horizontálního vedení budou proměřeny a naměřené hodnoty vyhodnoceny. Všechna páteřní propojení budou změřena stejným způsobem jako horizontální kabeláž. V případě zjištění chybné instalace musí být pochybení opraveno a měření provedeno znovu. Správné naměřené hodnoty budou zaneseny do měřících protokolů, které budou součástí dokumentace.

Dodavatel elektromontážních prací je povinen zajistit likvidaci odpadu vzniklého při jeho činnostech spojených s plněním ustanovení dodavatelské smlouvy dle zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech.

## **4.1. ZAHÁJENÍ PROVOZU**

Po montáži bude následovat zkušební provoz. Závady zjištěné během zkušebního provozu musí být neprodleně odstraněny. O výsledku zkušebního provozu bude zhotoven písemný protokol.

Dle oborových doporučení ANSI/BICSI 009 by měl proběhnout proces zahoření všech instalovaných komponent. Tento proces by měl odhalit veškeré výrobní a montážní nedostatky. Při tomto procesu by měly podmínky prostředí (teplota, vlhkost) být konstantní v rozsahu, jaký se bude očekávat při provozu. Zahořovaná zařízení musí být po celou dobu procesu nepřetržitě v provozu a simuluje se jejich 100% zatížení pomocí série zátěžových testů. Délka trvání tohoto procesu se liší u jednotlivých kritických systémů, může se pohybovat v řádu hodin až po dny nebo týdny. Například u UPS může trvat 8 hodin, u síťového vybavení 48 hodin apod.

Z hlediska bezpečnosti práce je technické řešení zpracováno podle platných norem obsluhy a práce na elektrických zařízeních ČSN EN 50110 a příslušných legislativních požadavků. Minimální kvalifikaci pracovníků zajišťujících obsluhu a údržbu navrhnutých elektrických zařízení si zajistí investor. Požadovanou kvalifikaci na obsluhující pracovníky i na pracovníky údržby nově stanovuje zákon č. 250/2021 Sb., o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení. Nyní již neplatná vyhláška č. 50/1978 Sb. stanovovala kvalifikaci těch to pracovníků jako „pracovník poučený“ a „pracovník znalý“ podle § 4 a § 5 této vyhlášky. Elektrická zařízení musí být před uvedením do provozu vybavena bezpečnostními značkami, které odpovídají ČSN ISO 3864. Místní provozní předpisy zpracuje investor a zajistí pravidelné přezkušování pracovníků z těchto předpisů.

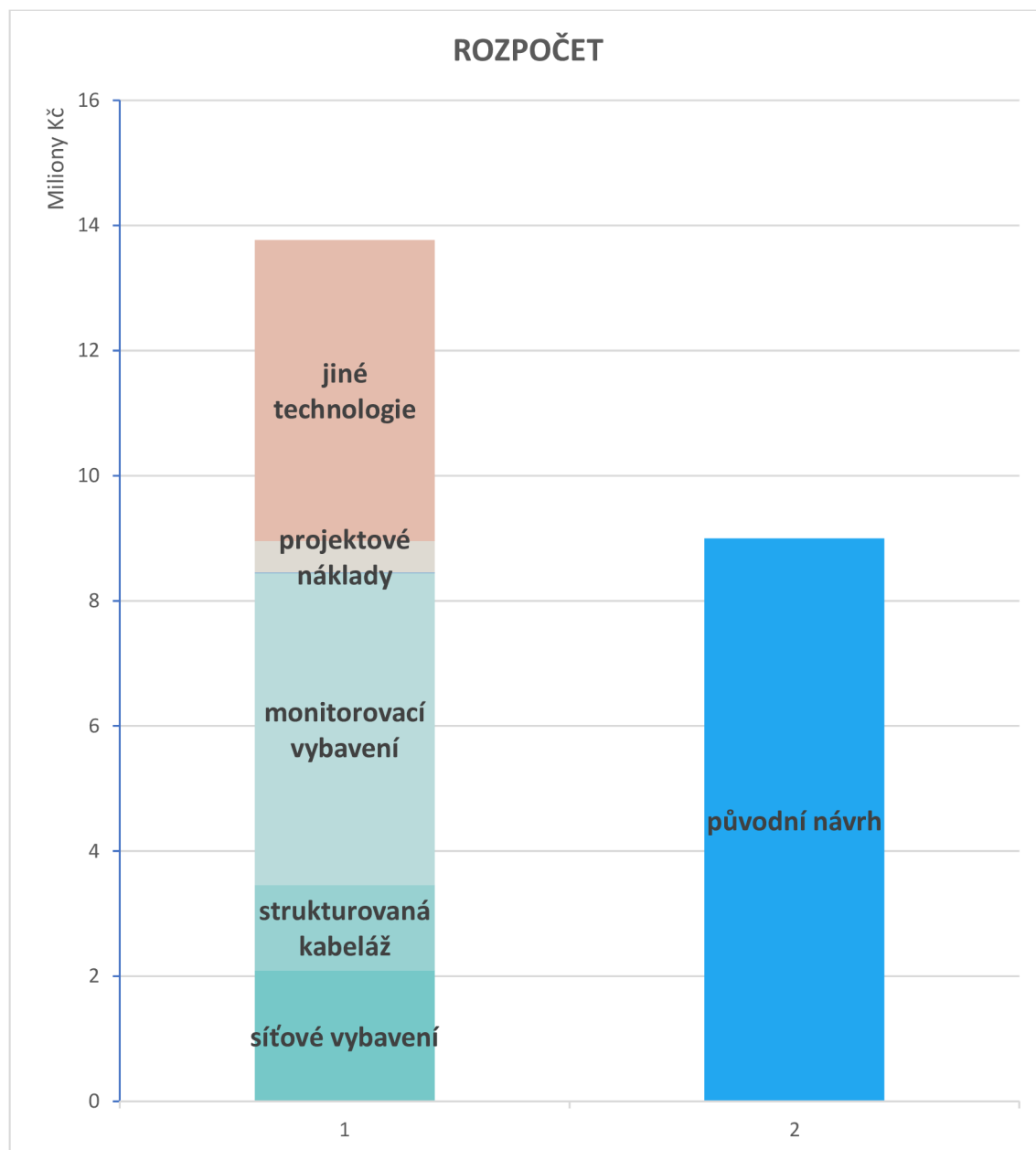
## **4.2. VÝMĚR NÁKLADŮ**

Do vypracovaného rozpočtu se nezapočítávají kabelové žlaby, protože v současném stavu nelze určit, kudy přesně budou kabelové trasy vést, a proto nelze spolehlivě určit kolik žlabů bude potřeba.

Uvedené ceny mají pouze informativní charakter. Byly převzaty z českých e-shopů, ale nezahrnují individuální slevy zákazníka, množstevní slevy apod. Stejně tak potřeba spotřebního materiálu jako vyvazovací pásky, štítky a metráž použitých kabelů závisí na montážní firmě. V důsledku toho se finální čistka může od stanovené lišit.

Původní odhad rozpočtu na podpůrné technologie v rámci revitalizace byl stanoven na 9 milionů Kč. (7) Navržené řešení v této práci vychází na necelých 13,3 milionu Kč. Nicméně původní odhad do částky nezapočítával ceny za smart PDU do rozvaděčů, IP kamery a čtečky přístupových karet, které byly započteny do jiné části projektu. Po odečtení částek za tyto jiné technologie je celkový rozpočet stanoven na 8,5 milionu Kč, ke kterým je potřeba přičíst náklady pro projektanta ve výši 6 %. (7, 21).

Všechny částky jsou uvedeny bez DPH.



**Obrázek č. 25: Graf rozpočtu projektu**  
(zdroj: vlastní zpracování)



**Tabulka č. 6: Položky rozpočtu**

(zdroj: vlastní zpracování)

<b>POLOŽKA</b>	<b>CENA</b>
síťové vybavení	2 093 100 Kč
strukturovaná kabeláž	1 366 829 Kč
monitorovací vybavení	4 982 309 Kč
spotřební materiál	8 742 Kč
projektové náklady	507 059 Kč
jiné technologie	4 809 477 Kč
<b>CELKEM</b>	<b>13 260 457 Kč</b>

Obvyklá doba trvání výstavby Tier IV datového centra činí 1–3 roky. (28) Aktuálně lze očekávat, že nejpozději do dvou let bude datové centrum v Hradci Králové plně v provozu.

## ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ

Cílem této diplomové práce bylo vytvoření návrhu podpůrné infrastruktury pro revitalizační projekt datového centra v Novém Hradci Králové. Záměrem bylo vytvořit takový návrh, který by splňoval přísné požadavky na udělení certifikace úrovně Tier IV udělované Uptime Institutem.

Teoretická část práce předestřela několik klíčových pojmů a oblastí, které jsou pro návrh relevantní. Kromě objasnění obecných pojmů jako datové centrum a podpůrná infrastruktura bylo zapotřebí vysvětlit bližší termíny, principy a postupy používané ve zbytku práce.

Základem dobrého návrhu musí být analýza současného stavu. Kromě popisu umístění objektu a jeho fyzických vlastností bylo popsáno prostředí, ve kterém se objekt nachází, a jeho vlastnosti, které mohou budoucí datové centrum ovlivnit. Tato část vycházela především z principů studie proveditelnosti a nebyla nalezena žádná zásadní rizika, která by bránila výstavbě a realizaci projektu.

Současně byl popsán současný stav všech podpůrných systémů, které zajišťují provoz datového centra. Aktuální stav je ve většině případů nevyhovující a vyžaduje buď kompletní odstranění systému a nahrazení novým, nebo vylepšení a úpravu řídicího systému. Veškeré technologie pak potřebují být začleněny do jednotného dohledového systému.

Tato práce představila návrh jednotného řešení infrastruktury pro dohled nad klimatizací, napájením, kamerovým dozorem a zabezpečovacím systémem. Navržený systém spoléhá na kompletní oddělení všech sítí, což lze z hlediska informační bezpečnosti označit za nejvýhodnější řešení. Návrh se nezabývá konkrétními prvky, pracuje pouze se zobecněnými členy a je variabilní pro případné změny. Všechny varianty však vyhovují požadavkům na získání certifikace Tier IV pro projektovou dokumentaci (TCDD). Pokud bude i zbytek datového centra navržen tímto způsobem, jednalo by se o první Tier IV datové centrum v České republice.

Návrh bude sloužit jako hlavní podklad pro tvorbu projektové dokumentace. Výsledná projektová dokumentace se od návrhu může lišit.

V závěrečné části práce bylo stanoveno rozpočtové zhodnocení. Rozpočet navrhovaného řešení byl porovnáván s odhadovaným rozpočtem stanoveným studií proveditelnosti.

Ukázalo se, že odhad byl relativně přesný, rozpočet návrhu a původní odhad jsou téměř identické (po zohlednění ceny za smart PDU do rozvaděčů, IP kamery a čtečky přístupových karet, která byla v původním návrhu součástí jiných rozpočtových položek). Cílem práce bylo vytvořit návrh podpůrné infrastruktury pro datové centrum. Na závěr lze konstatovat, že cíle práce byly naplněny a návrh přispěje zadavateli při realizaci výstavby datového centra. I přes omezenou paletu dostupných informačních zdrojů o problematice a nedostatek dat pro porovnání tato diplomová práce splnila svůj účel.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) DE ANGELIS, Francesco a Umberto GRASSELLI. *A Data Center performance comparison analysis between Tier III architecture and a CCHP alternative solutions* [online]. Řím, 2015 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/285612267>. Článek. Sapienza – Università di Roma.
- (2) *Slovník pojmů: Datové centrum* [online]. Vodafone, Česká republika, 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vodafone.cz/uzitecne-odkazy/slovník-pojmu/datove-centrum/>
- (3) Dostupnost (Availability). *ManagementMania.com* [online]. Praha: Educus, 2016 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/dostupnost-availability>
- (4) SEDLÁK, Petr. *Informační bezpečnost: Datová centra*. Brno, 2021. Přednáška. Vysoké učení technické v Brně.
- (5) KEKE, Okey. *2N vs. N+1: Data Center Redundancy Explained* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.digitalrealty.com/resources/articles/2n-vs-n-1>
- (6) *ANSI-TIA/EIA 942: Data Center Design Guidelines and Structured Cabling Standards*. Washington: American National Standards Institute, 2022.
- (7) SVOBODA, Vlastimil, SEDLÁK, Petr, ed. *Studie proveditelnosti*. Hradec Králové, 2022.
- (8) *BICSI 002-2014: Data Center Design and Implementation Best Practices*. Washington: American National Standards Institute, 2014.
- (9) Kritická infrastruktura. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/web-krizove-rizeni-a-cnp-kriticka-infrastruktura-kriticka-infrastruktura.aspx>
- (10) *ČSN ISO/IEC 27001. Informační technologie – Bezpečnostní techniky – Systémy řízení bezpečnosti informací – Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014
- (11) Ochrana kritické infrastruktury. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2023 [cit. 2023-05-0150]. Dostupné z:

- <https://www.mvcr.cz/chh/clanek/ochrana-kriticke-infrastruktury-ochrana-kriticke-infrastruktury.aspx>
- (12) SEDLÁK, Petr. *SCADA IS*. Brno, 2017. Přednáška. Vysoké učení technické v Brně.
  - (13) The Efficacy and Challenges of SCADA and Smart Grid Integration. *The Cybersecurity and Information Systems Information Analysis Center* [online]. USA: CSIAC, 2013 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://csiac.org/articles/the-efficacy-and-challenges-of-scada-and-smart-grid-integration/>
  - (14) What is SCADA System? Components and Architecture. *Erp-information.com* [online]. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.erp-information.com/scada-system>
  - (15) JELÍNEK, Jiří. *Topologie a druhy počítačových sítí* [online]. Hradec Králové [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://physics.ujep.cz/~jkrejci/ZPP/Site/Hradec/03\\_topologie\\_a\\_druhy\\_pocitacovych\\_siti.pdf](https://physics.ujep.cz/~jkrejci/ZPP/Site/Hradec/03_topologie_a_druhy_pocitacovych_siti.pdf)
  - (16) Propojení zařízení pro sběr dat ethernetovou sítí s řetězovou topologií. *Moxa Zpravodaj* [online]. Ostrava: Moxa, 2009 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.moxa.cz/zpravodaj/2009/12/Propojeni-zarizeni-pro-sber-dat-ethernetovou-siti-s-retezovou-topologii.htm>
  - (17) NISS: Network Infrastructure Security Solution. KASSEX [online]. Kroměříž, 2013 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/priloha.php?dpid=75253](https://www.vutbr.cz/www_base/priloha.php?dpid=75253)
  - (18) NISS: Network Infrastructure Security Solution. *VegaNet* [online]. Praha: VegaNet, 2011 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <http://www.veganet.cz/network-infrastructure-security-solution.aspx>
  - (19) SEDLÁK, Petr. *Přenosová prostředí* [ústní sdělení]. Fakulta podnikatelská Vysokého učení technického v Brně. Kolejní 2906/4, Brno. Nedatováno.
  - (20) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy*. Druhé rozšířené vydání. Brno: CERN, 2015. ISBN 987-80-214-5115-5.
  - (21) ŠPIČÁK, Jan. *Revitalizace kabelážního systému v budově Hudební fakulty Janáčkovy akademie múzických umění v Brně* [online]. Brno, 2021 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/133630>.

- Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Sedlák.
- (22) Historické mapy Hradce Králové. *Hradec Králové: Oficiální stránky statutárního města* [online]. Hradec Králové: Magistrát města Hradec Králové, 1977 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://mapserver.mmhk.cz/tms/hkhistmapy/ajax/#c=-639373%252C-1046494&z=5&l=of77,pop&p=&>
- (23) *Kryty civilní ochrany Hradec Králové* [online]. Hradec Králové, 2022 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://kryty.tode.cz/>
- (24) RYBA, Jakub. *Kryty CO* [online]. 2021 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=HiEtcWYHflc>. Amatéřský film.
- (25) SEDLÁK, Petr. *Datové centrum Hradec Králové* [ústní sdělení]. Fakulta podnikatelská Vysokého učení technického v Brně. Kolejní 2906/4, Brno. 2023-03-16.
- (26) *Letecké snímky* [online]. Nový Hradec Králové: Mapy.cz, 2003 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=15.8618696&y=50.1743052&z=18>
- (27) *Servis klimatizace* [online]. Černošice: Blue team, 2013 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=15.8618696&y=50.1743052&z=18>
- (28) *Uptime Institute* [online]. USA: Uptime Institute, 2013 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://uptimeinstitute.com/>
- (29) PETERSON, Larry L. a Bruce S. DAVIE. *Computer Networks: A Systems Approach*. 5th ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2011. ISBN 9780123850591.
- (30) 802.5-1989: *Standard for Local Area Networks: Token Ring Access Method*. New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1989. ISBN 978-0-7381-2821-4.
- (31) *Jak rozumět certifikacím datových center* [online]. Praha: O2 Czech Republic, 2018 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://blog.o2.cz/2018/06/07/rozumet-certifikacim-datovych-center/>
- (32) SRNEC, Stanislav. *Kruhová topologie* [ústní sdělení]. Brno. 2023-03-13.
- (33) *Unified Physical Infrastructure (UPI): Strategies for Thermal Management* [online]. USA: Panduit, 2008 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/content/dam/panduit/en/products/media/0/30/330/0330/98280330.pdf>

- (34) *BICSI 009-2019: Data Center Operations and Maintenance Best Practices*. Washington: American National Standards Institute, 2019.
- (35) *PUE Calculator: What is PUE & How to calculate it* [online]. Lafayette: 42U Data Center Solutions [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.42u.com/measurement/pue-dcie.htm>
- (36) *Data center & server room monitoring recommended standards & best practices* [online]. Belgie: InfraSensing [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: [https://infrasensing.com/sensors/temperature\\_best\\_practices.asp](https://infrasensing.com/sensors/temperature_best_practices.asp)

## SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

ANSI/TIA/EIA 606-A	Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings
ANSI/TIA/EIA 607-B	Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer
ANSI/TIA/EIA 942	Data Center Design Guidelines and Structured Cabling Standards
BICSI 002-2014	Data Center Design and Implementation Best Practices
BICSI 009-2019	Data Center Operations and Maintenance Best Practices
ČSN 33 0165 ed. 2	Značení vodičů barvami nebo číslicemi – Prováděcí ustanovení
ČSN 33 1310 ed. 2	Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace
ČSN 33 1500	Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení.
ČSN 33 2000 (soubor)	Elektrické instalace nízkého napětí.
ČSN 33 2130 ed. 3	Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody
ČSN 33 2180	Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů.
ČSN 33 2312 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí – Elektrická zařízení v hořlavých látkách a na nich
ČSN 33 4010	Elektrotechnické předpisy. Ochrana sdělovacích vedení a zařízení proti přepětí a nadproudu atmosférického původu
ČSN 34 2300 ed. 2	Předpisy pro vnitřní rozvody vedení elektronických komunikací
ČSN 34 2710	Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba
ČSN 4000	Elektrotechnické předpisy. Požadavky na odolnost sdělovacích zařízení proti přepětí a nadproudu
ČSN 65 0201	Hořlavé kapaliny – Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci
ČSN 73 0802	Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
ČSN 73 0810	Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
ČSN 73 0818	Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami
ČSN 73 0821 ed. 2	Požární bezpečnost staveb – Požární odolnost stavebních konstrukcí



ČSN 73 0822	Požárně technické vlastnosti – Část 12 Navrhování stabilních hasicích zařízení
ČSN 73 0848	Požární bezpečnost staveb – Kabelové rozvody
ČSN 73 0872	Požární bezpečnost staveb – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
ČSN 73 0873	Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
ČSN 73 0875	Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení
ČSN EN 13501 (soubor)	Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň
ČSN EN 15004-2	Stabilní hasicí zařízení – Plynová hasicí zařízení
ČSN EN 1991-1-2	Zatížení konstrukcí – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru
ČSN EN 34271	Předpisy pro zařízení elektrické požární signalizace
ČSN EN 342710	Elektrická požární signalizace – projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba
ČSN EN 50110 (soubor)	Obsluha a práce na elektrických zařízeních
ČSN EN 50131	Poplachové systémy – Elektrické zabezpečovací systémy
ČSN EN 50132	Poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích
ČSN EN 50133	Poplachové systémy – systémy kontroly vstupu pro užití v bezpečnostních aplikacích
ČSN EN 50173 (soubor)	Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy
ČSN EN 50174 (soubor)	Informační technika – Instalace kabelových rozvodů
ČSN EN 50310 (soubor)	Soustavy pospojování pro telekomunikace v budovách a jiných stavbách
ČSN EN 50346	Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů
ČSN EN 50561-1	Zařízení pro komunikaci po vedení používaná v instalacích nízkého napětí – Charakteristiky vysokofrekvenčního rušení
ČSN EN 50565	Elektrické kabely – Pokyny pro používání kabelů se jmenovitým napětím nepřekračujícím 450/750 V (U0/U)
ČSN EN 50600 (soubor)	Informační technologie – Zařízení a infrastruktury datových center
ČSN EN 55024 ed. 2	Zařízení informační techniky – Charakteristiky odolnosti – Meze a metody měření

ČSN EN 55032 ed. 2	Elektromagnetická kompatibilita multimediálních zařízení – Požadavky na emisi
ČSN EN 60038	Jmenovitá napětí CENELEC
ČSN EN 60332-1-2	Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru
ČSN EN 60445 ed. 5	Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci – Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů
ČSN EN 60754 (soubor)	Zkouška plynů vznikajících při hoření materiálů z kabelů
ČSN EN 60793 (soubor)	Optická vlákna
ČSN EN 61000 (soubor)	Elektromagnetická kompatibilita (EMC)
ČSN EN 61140 ed. 3	Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení
ČSN EN 61293	Elektrotechnické předpisy.
ČSN EN 61537 ed.2	Vedení kabelů – Systémy kabelových lávek a systémy kabelových roštů
ČSN EN 62305 ed.2 (soubor)	Ochrana před bleskem
ČSN EN 62368-1	Zařízení audio/video, informační a komunikační technologie – Bezpečnost
ČSN EN ISO 9001	Systémy managementu kvality – Požadavky
ČSN ISO 3864 (soubor)	Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
ČSN ISO 8421-4	Požární ochrana
ČSN ISO/IEC 27001	Informační technologie – Bezpečnostní techniky – Systémy managementu bezpečnosti informací.
ČSN ISO/IEC 27033	Informační technologie – Bezpečnostní techniky – Bezpečnost sítě
ČSN P 734450-1	Fyzická ochrana prvku kritické infrastruktury – Obecné požadavky
EIA/TIA 568A	Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
EIA/TIA 568B	Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
EIA/TIA 569B	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces
IEEE C37.1-2007	Standard for SCADA and Automation Systems
ISO/IEC 11801	Information technology — Generic cabling for customer premises

ISO/IEC 24764	Information technology – Generic cabling systems for data centres
Nařízení vlády č. 315/2014 Sb.	O kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury
Vyhláška č. 20/1979 Sb.	Vyhrazená elektrická zařízení a některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti
Vyhláška č. 23/2008 Sb.	O technických podmínkách požární ochrany staveb
Vyhláška č. 269/2009 Sb.	O obecných požadavcích na využívání území
Vyhláška č. 324/1994 Sb.	O bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích
Vyhláška č. 48/1982 Sb.	Základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
Vyhláška č. 499/3006 Sb.	O dokumentaci staveb
Vyhláška č. 82/2018 Sb.	O bezpečnostních opatřeních, atd najít
Zákon č 181/2014 Sb.	O kybernetické bezpečnosti
Zákon č. 133/1958 Sb.	O požární ochraně
Zákon č. 134/2016 Sb.	O zadávání veřejných zakázek
Zákon č. 183/2006 Sb.	O územním plánování a stavebním řádu
Zákon č. 22/1997 Sb.	O technických požadavcích na výrobky a související předpisy
Zákon č. 250/2021 Sb.	O bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení
Zákon č. 458/2000 Sb.	O podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích
Zákon č. 541/2020 Sb.	O odpadech

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Zjednodušené schéma SCADA systému .....	17
Obrázek č. 2: Sběrníková topologie.....	18
Obrázek č. 3: Linková topologie.....	18
Obrázek č. 4: Hvězdicová topologie.....	19
Obrázek č. 5: Kruhová topologie.....	20
Obrázek č. 6: Mesh topologie .....	20
Obrázek č. 7: Přehled klíčovaných konektorů RJ-45 .....	21
Obrázek č. 8: Letecké ortofoto výstavby, 1977 .....	24
Obrázek č. 9: Jeden z 120 m <sup>2</sup> sálů .....	25
Obrázek č. 10: Spojovací chodba mezi sály – strop .....	26
Obrázek č. 11: Porovnání stavu objektu v letech 1997 a 2003 .....	27
Obrázek č. 12: Mapa certifikovaných center .....	28
Obrázek č. 13: Mapa potenciálních rizikových faktorů.....	30
Obrázek č. 14: Zjednodušené schéma elektro rozvodů .....	32
Obrázek č. 15: Rozvaha rozložení technologií pro sály 120 m <sup>2</sup> .....	34
Obrázek č. 16: Rozvaha rozložení technologií pro sály 80 m <sup>2</sup> .....	34
Obrázek č. 17: Blokované schéma zapojení rozvaděčů .....	36
Obrázek č. 18: Vyměnitelné kazety s klíčovanými konektory optických van.....	38
Obrázek č. 19: Schéma zapojení rozvaděče DR P4.....	40
Obrázek č. 20: Teplá a studená ulička – umístění kabeláže .....	44
Obrázek č. 21: Schéma zdrojů elektřiny .....	47
Obrázek č. 22: Rozdělení datacentra na bezpečnostní zóny .....	49
Obrázek č. 23: Kategorizace objektů na bezpečnostní zóny .....	50
Obrázek č. 24: Zobecněné zapojení switchů uvnitř provozních rozvaděčů .....	51

Obrázek č. 25: Graf rozpočtu projektu ..... 56

## **SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK**

Tabulka č. 1: Třídy datových center .....	11
Tabulka č. 2: Kategorizace metalických kabelů .....	22
Tabulka č. 3: Kategorizace optických kabelů .....	23
Tabulka č. 4: Analýza rizikových faktorů vnějšího prostředí .....	29
Tabulka č. 5: Tvorba reverzního kódu značení .....	45
Tabulka č. 6: Položky rozpočtu .....	57

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Schéma zapojení rozvaděčů (Zdroj: vlastní zpracování autora).....	I
Příloha č. 2: Přepojovací tabulky (Zdroj: vlastní zpracování autora).....	II
Příloha č. 3: Trasovací tabulky (Zdroj: vlastní zpracování autora).....	III
Příloha č. 4: Materiálová kniha (Zdroj: vlastní zpracování autora).....	IV
Příloha č. 5: Výkresová dokumentace (Zdroj: vlastní zpracování autora).....	V





DR P0

		DRP4				DRP1																					
18U	ODF	1 TX	2 TX	3 TX	4 TX	5 TX	6 TX	7 TX	8 TX	9 TX	10 TX	11 TX	12 TX	13 TX	14 TX	15 TX	16 TX	17 TX	18 TX	19 TX	20 TX	21 TX	22 TX	23 TX	24 TX		
		1 DX	2 DX	3 DX	4 DX	5 DX	6 DX	7 DX	8 DX	9 DX	10 DX	11 DX	12 DX	13 DX	14 DX	15 DX	16 DX	17 DX	18 DX	19 DX	20 DX	21 DX	22 DX	23 DX	24 DX		
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
16U		3U organizér																									
157U		3U organizér																									
14U		3U organizér																									
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
12U		3U organizér																									
11U		3U organizér																									
10U		3U organizér																									
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
5U		3U organizér																									
4U		3U organizér																									
3U		3U organizér																									
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP

### DR P1

		DRP0												DRP2																							
18U	ODF	1 TX	2 TX	3 TX	4 TX	5 TX	6 TX	7 TX	8 TX	9 TX	10 TX	11 TX	12 TX	13 TX	14 TX	15 TX	16 TX	17 TX	18 TX	19 TX	20 TX	21 TX	22 TX	23 TX	24 TX												
		1 DX	2 DX	3 DX	4 DX	5 DX	6 DX	7 DX	8 DX	9 DX	10 DX	11 DX	12 DX	13 DX	14 DX	15 DX	16 DX	17 DX	18 DX	19 DX	20 DX	21 DX	22 DX	23 DX	24 DX												
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24												
16U																																					
157U	3U organizér																																				
14U																																					
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24												
12U																																					
11U	3U organizér																																				
1U																																					
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP										
																										27 SFP	28 SFP										
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP										
																										27 SFP	28 SFP										
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP										
																										27 SFP	28 SFP										
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP										
																										27 SFP	28 SFP										
5U																																					
4U	3U organizér																																				
3U																																					
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP										
																										27 SFP	28 SFP										
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP										
																										27 SFP	28 SFP										

### DR P2

18U	ODF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	
		DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
16U	3U organizér																									
157U	3U organizér																									
14U	3U organizér																									
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
12U	3U organizér																									
11U	3U organizér																									
1U	3U organizér																									
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
5U	3U organizér																									
4U	3U organizér																									
3U	3U organizér																									
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

### DR P3

18U	ODF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
		TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX			
		DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX			
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
16U	3U organizér																											
157U	3U organizér																											
14U	3U organizér																											
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
11U	3U organizér																											
1U	3U organizér																											
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	
																											27 SFP	28 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	
																											27 SFP	28 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	
																											27 SFP	28 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	
																											27 SFP	28 SFP
5U	3U organizér																											
4U	3U organizér																											
3U	3U organizér																											
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	
																											27 SFP	28 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	
																											27 SFP	28 SFP

### DR P4

18U	ODF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
		DRP3				DRP0				DRPX 1NP				DRP9 2PP													
		TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	TX	
		DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	DX	
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
16U		3U organizér																									
157U		3U organizér																									
14U		3U organizér																									
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
12U		3U organizér																									
11U		3U organizér																									
10U		3U organizér																									
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
																								25	26		
																								SFP	SFP		
																								27	28		
																								SFP	SFP		
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
																								25	26		
																								SFP	SFP		
																								27	28		
																								SFP	SFP		
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
																								25	26		
																								SFP	SFP		
																								27	28		
																								SFP	SFP		
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
																								25	26		
																								SFP	SFP		
																								27	28		
																								SFP	SFP		
5U		3U organizér																									
4U		3U organizér																									
3U		3U organizér																									
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
																								25	26		
																								SFP	SFP		
																								27	28		
																								SFP	SFP		
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
																								25	26		
																								SFP	SFP		
																								27	28		
																								SFP	SFP		

DR P5

		DRP9				DRP6																					
18U	ODF	1 TX DX	2 TX DX	3 TX DX	4 TX DX	5 TX DX	6 TX DX	7 TX DX	8 TX DX	9 TX DX	10 TX DX	11 TX DX	12 TX DX	13 TX DX	14 TX DX	15 TX DX	16 TX DX	17 TX DX	18 TX DX	19 TX DX	20 TX DX	21 TX DX	22 TX DX	23 TX DX	24 TX DX		
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
16U	3U organizér																										
157U	3U organizér																										
14U	3U organizér																										
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
12U	3U organizér																										
11U	3U organizér																										
1U	3U organizér																										
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
5U	3U organizér																										
4U	3U organizér																										
3U	3U organizér																										
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP

DR P6

		DRP5					DRP7																				
18U	ODF	1 TX DX	2 TX DX	3 TX DX	4 TX DX	5 TX DX	6 TX DX	7 TX DX	8 TX DX	9 TX DX	10 TX DX	11 TX DX	12 TX DX	13 TX DX	14 TX DX	15 TX DX	16 TX DX	17 TX DX	18 TX DX	19 TX DX	20 TX DX	21 TX DX	22 TX DX	23 TX DX	24 TX DX		
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
16U	3U organizér																										
157U	3U organizér																										
14U	3U organizér																										
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
12U	3U organizér																										
11U	3U organizér																										
1U	3U organizér																										
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
5U	3U organizér																										
4U	3U organizér																										
3U	3U organizér																										
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
																										27 SFP	28 SFP

### DR P7

		DRP6				DRP7																					
18U	ODF	1 TX DX	2 TX DX	3 TX DX	4 TX DX	5 TX DX	6 TX DX	7 TX DX	8 TX DX	9 TX DX	10 TX DX	11 TX DX	12 TX DX	13 TX DX	14 TX DX	15 TX DX	16 TX DX	17 TX DX	18 TX DX	19 TX DX	20 TX DX	21 TX DX	22 TX DX	23 TX DX	24 TX DX		
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
16U	3U organizér																										
157U	3U organizér																										
14U	3U organizér																										
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
12U	3U organizér																										
11U	3U organizér																										
10U	3U organizér																										
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
5U	3U organizér																										
4U	3U organizér																										
3U	3U organizér																										
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP



DR P8

		DRP7				DRP9																					
18U	ODF	1 TX DX	2 TX DX	3 TX DX	4 TX DX	5 TX DX	6 TX DX	7 TX DX	8 TX DX	9 TX DX	10 TX DX	11 TX DX	12 TX DX	13 TX DX	14 TX DX	15 TX DX	16 TX DX	17 TX DX	18 TX DX	19 TX DX	20 TX DX	21 TX DX	22 TX DX	23 TX DX	24 TX DX		
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
16U	3U organizér																										
157U	3U organizér																										
14U	3U organizér																										
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
12U	3U organizér																										
11U	3U organizér																										
10U	3U organizér																										
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
5U	3U organizér																										
4U	3U organizér																										
3U	3U organizér																										
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP

DR P9

		DRP8				DRP5				DRP4 1PP				DRX 1NP															
18U	ODF	1 TX DX	2 TX DX	3 TX DX	4 TX DX	5 TX DX	6 TX DX	7 TX DX	8 TX DX	9 TX DX	10 TX DX	11 TX DX	12 TX DX	13 TX DX	14 TX DX	15 TX DX	16 TX DX	17 TX DX	18 TX DX	19 TX DX	20 TX DX	21 TX DX	22 TX DX	23 TX DX	24 TX DX				
17U	PP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
16U	3U organizér																												
157U	3U organizér																												
14U	3U organizér																												
13U	PP2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
12U	3U organizér																												
11U	3U organizér																												
10U	3U organizér																												
9U	SW1 CAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	27 SFP	28 SFP
8U	SW2 OTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	27 SFP	28 SFP
7U	SW3 LIQD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	27 SFP	28 SFP
6U	SW4 TEMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	27 SFP	28 SFP
5U	3U organizér																												
4U	3U organizér																												
3U	3U organizér																												
2U	SW5 RACK MON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	27 SFP	28 SFP
1U	SW6 CRDR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25 SFP	26 SFP	27 SFP	28 SFP

## Příloha č. 2: Přepojovací tabulky

DATOVÝ ROZVADĚČ	SWITCH	PORT SWITCHE	PATCH PANEL	PORT PATCH PANELU
DRPX	SW1 CAM	25	ODF	3
DRPX	SW1 CAM	26	ODF	9
DRPX	SW2 OTH	25	ODF	2
DRPX	SW2 OTH	26	ODF	8
DRPX	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRPX	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRPX	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRPX	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRPX	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRPX	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRPX	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRPX	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRPX	SW1 CAM	1	PP1	1
DRPX	SW1 CAM	2	PP1	2
DRPX	SW1 CAM	3	PP1	3
DRPX	SW1 CAM	4	PP1	4
DRPX	SW1 CAM	5	PP1	5
DRPX	SW1 CAM	6	PP1	6
DRPX	SW1 CAM	7	PP1	7
DRPX	SW1 CAM	8	PP1	8
DRPX	SW1 CAM	9	PP1	9
DRPX	SW1 CAM	10	PP1	10
DRPX	SW1 CAM	11	PP1	11
DRPX	SW2 OTH	23	PP2	12
DRPX	SW2 OTH	24	PP2	13
DRPX	SW3 LIQD	23	PP2	14
DRPX	SW3 LIQD	24	PP2	15
DRPX	SW4 TEMP	10	PP2	8
DRPX	SW4 TEMP	11	PP2	9
DRPX	SW4 TEMP	12	PP2	10

DRPX	SW4 TEMP	13	PP2	11
DRPX	SW6 CRDR	1	PP2	1
DRPX	SW6 CRDR	2	PP2	2
DRPX	SW6 CRDR	3	PP2	3
DRPX	SW6 CRDR	4	PP2	4
DRPX	SW6 CRDR	5	PP2	5
DRPX	SW6 CRDR	6	PP2	6
DRPX	SW6 CRDR	7	PP2	7
DRP0	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP0	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP0	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP0	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP0	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP0	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP0	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP0	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP0	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP0	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP0	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP0	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP0	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP0	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP0	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP0	SW1 CAM	4	PP2	4
DRP0	SW1 CAM	5	PP2	5
DRP0	SW3 LIQD	23	PP2	7
DRP0	SW3 LIQD	24	PP2	8
DRP0	SW4 TEMP	10	PP2	9
DRP0	SW4 TEMP	11	PP2	10
DRP0	SW4 TEMP	12	PP2	11
DRP0	SW4 TEMP	13	PP2	12
DRP0	SW5 RACK MON	1	PP1	1

DRP0	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP0	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP0	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP0	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP0	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP0	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP0	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP0	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP0	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP0	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP0	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP0	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP0	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP0	SW6 CRDR	1	PP2	13
DRP0	SW6 CRDR	2	PP2	14
DRP1	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP1	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP1	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP1	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP1	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP1	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP1	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP1	SW4 TEMP	26	ODF	12

DRP1	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP1	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP1	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP1	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP1	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP1	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP1	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP1	SW3 LIQD	23	PP2	4
DRP1	SW3 LIQD	24	PP2	5
DRP1	SW4 TEMP	11	PP2	6
DRP1	SW4 TEMP	12	PP2	7
DRP1	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP1	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP1	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP1	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP1	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP1	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP1	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP1	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP1	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP1	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP1	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP1	SW5 RACK MON	12	PP1	12

DRP1	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP1	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP1	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP1	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP1	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP1	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP1	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP1	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP1	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP1	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP1	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP1	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP1	SW6 CRDR	1	PP2	8
DRP1	SW6 CRDR	2	pP2	9
DRP2	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP2	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP2	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP2	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP2	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP2	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP2	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP2	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP2	SW5 RACK MON	25	ODF	5

DRP2	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP2	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP2	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP2	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP2	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP2	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP2	SW3 LIQD	23	PP2	4
DRP2	SW3 LIQD	24	PP2	5
DRP2	SW4 TEMP	11	PP2	6
DRP2	SW4 TEMP	12	PP2	7
DRP2	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP2	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP2	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP2	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP2	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP2	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP2	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP2	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP2	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP2	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP2	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP2	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP2	SW5 RACK MON	13	PP1	13



DRP2	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP2	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP2	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP2	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP2	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP2	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP2	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP2	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP2	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP2	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP2	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP2	SW6 CRDR	1	PP2	8
DRP2	SW6 CRDR	2	PP2	9
DRP3	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP3	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP3	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP3	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP3	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP3	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP3	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP3	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP3	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP3	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP3	SW6 CRDR	25	ODF	1

DRP3	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP3	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP3	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP3	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP3	SW3 LIQD	23	PP2	4
DRP3	SW3 LIQD	24	PP2	5
DRP3	SW4 TEMP	11	PP2	6
DRP3	SW4 TEMP	12	PP2	7
DRP3	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP3	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP3	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP3	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP3	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP3	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP3	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP3	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP3	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP3	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP3	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP3	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP3	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP3	SW5 RACK MON	14	PP1	14

DRP3	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP3	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP3	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP3	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP3	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP3	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP3	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP3	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP3	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP3	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP3	SW6 CRDR	1	PP2	8
DRP3	SW6 CRDR	2	PP2	9
DRP4	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP4	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP4	SW1 CAM	27	ODF	15
DRP4	SW1 CAM	28	ODF	21
DRP4	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP4	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP4	SW2 OTH	27	ODF	14
DRP4	SW2 OTH	28	ODF	20
DRP4	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP4	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP4	SW3 LIQD	27	ODF	16
DRP4	SW3 LIQD	28	ODF	22
DRP4	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP4	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP4	SW4 TEMP	27	ODF	18

DRP4	SW4 TEMP	28	ODF	24
DRP4	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP4	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP4	SW5 RACK MON	27	ODF	17
DRP4	SW5 RACK MON	28	ODF	23
DRP4	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP4	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP4	SW6 CRDR	27	ODF	13
DRP4	SW6 CRDR	28	ODF	19
DRP4	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP4	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP4	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP4	SW1 CAM	4	PP2	4
DRP4	SW1 CAM	5	PP2	5
DRP4	SW2 OTH	23	PP2	6
DRP4	SW2 OTH	24	PP2	7
DRP4	SW3 LIQD	23	PP2	6
DRP4	SW3 LIQD	24	PP2	7
DRP4	SW4 TEMP	10	PP3	10
DRP4	SW4 TEMP	11	PP3	11
DRP4	SW4 TEMP	12	PP3	12
DRP4	SW4 TEMP	13	PP3	13
DRP4	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP4	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP4	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP4	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP4	SW5 RACK MON	5	PP1	5

DRP4	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP4	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP4	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP4	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP4	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP4	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP4	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP4	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP4	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP4	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP4	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP4	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP4	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP4	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP4	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP4	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP4	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP4	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP4	SW5 RACK MON	24	PP1	24

DRP4	SW6 CRDR	1	PP2	14
DRP4	SW6 CRDR	2	PP2	15
DRP5	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP5	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP5	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP5	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP5	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP5	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP5	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP5	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP5	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP5	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP5	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP5	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP5	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP5	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP5	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP5	SW1 CAM	4	PP2	4
DRP5	SW1 CAM	5	PP2	5
DRP5	SW1 CAM	6	PP2	6
DRP5	SW1 CAM	7	PP2	7
DRP5	SW3 LIQD	23	PP2	12
DRP5	SW3 LIQD	24	PP2	13
DRP5	SW4 TEMP	10	PP2	8
DRP5	SW4 TEMP	11	PP2	9
DRP5	SW4 TEMP	12	PP2	10
DRP5	SW4 TEMP	13	PP2	11
DRP5	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP5	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP5	SW5 RACK MON	3	PP1	3

DRP5	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP5	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP5	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP5	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP5	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP5	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP5	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP5	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP5	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP5	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP5	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP5	SW6 CRDR	1	PP2	14
DRP5	SW6 CRDR	2	PP2	15
DRP6	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP6	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP6	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP6	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP6	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP6	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP6	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP6	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP6	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP6	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP6	SW6 CRDR	25	ODF	1

DRP6	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP6	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP6	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP6	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP6	SW3 LIQD	23	PP2	6
DRP6	SW3 LIQD	24	PP2	7
DRP6	SW4 TEMP	11	PP2	4
DRP6	SW4 TEMP	12	PP2	5
DRP6	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP6	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP6	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP6	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP6	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP6	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP6	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP6	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP6	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP6	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP6	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP6	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP6	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP6	SW5 RACK MON	14	PP1	14



DRP6	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP6	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP6	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP6	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP6	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP6	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP6	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP6	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP6	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP6	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP6	SW6 CRDR	1	PP2	8
DRP6	SW6 CRDR	2	PP2	9
DRP7	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP7	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP7	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP7	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP7	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP7	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP7	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP7	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP7	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP7	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP7	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP7	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP7	SW1 CAM	1	PP2	1

DRP7	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP7	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP7	SW3 LIQD	23	PP2	6
DRP7	SW3 LIQD	24	PP2	7
DRP7	SW4 TEMP	11	PP2	4
DRP7	SW4 TEMP	12	PP2	5
DRP7	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP7	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP7	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP7	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP7	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP7	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP7	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP7	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP7	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP7	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP7	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP7	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP7	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP7	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP7	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP7	SW5 RACK MON	16	PP1	16

DRP7	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP7	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP7	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP7	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP7	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP7	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP7	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP7	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP7	SW6 CRDR	1	PP2	8
DRP7	SW6 CRDR	2	PP2	9
DRP8	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP8	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP8	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP8	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP8	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP8	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP8	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP8	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP8	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP8	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP8	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP8	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP8	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP8	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP8	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP8	SW3 LIQD	23	PP2	6
DRP8	SW3 LIQD	24	PP2	7

DRP8	SW4 TEMP	11	PP2	4
DRP8	SW4 TEMP	12	PP2	5
DRP8	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP8	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP8	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP8	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP8	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP8	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP8	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP8	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP8	SW5 RACK MON	9	PP1	9
DRP8	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP8	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP8	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP8	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP8	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP8	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP8	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP8	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP8	SW5 RACK MON	18	PP1	18

DRP8	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP8	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP8	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP8	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP8	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP8	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP8	SW6 CRDR	1	PP2	8
DRP8	SW6 CRDR	2	PP2	9
DRP9	SW1 CAM	25	ODF	3
DRP9	SW1 CAM	26	ODF	9
DRP9	SW1 CAM	27	ODF	15
DRP9	SW1 CAM	28	ODF	21
DRP9	SW2 OTH	25	ODF	2
DRP9	SW2 OTH	26	ODF	8
DRP9	SW2 OTH	27	ODF	14
DRP9	SW2 OTH	28	ODF	20
DRP9	SW3 LIQD	25	ODF	4
DRP9	SW3 LIQD	26	ODF	10
DRP9	SW3 LIQD	27	ODF	16
DRP9	SW3 LIQD	28	ODF	22
DRP9	SW4 TEMP	25	ODF	6
DRP9	SW4 TEMP	26	ODF	12
DRP9	SW4 TEMP	27	ODF	18
DRP9	SW4 TEMP	28	ODF	24
DRP9	SW5 RACK MON	25	ODF	5
DRP9	SW5 RACK MON	26	ODF	11
DRP9	SW5 RACK MON	27	ODF	17

DRP9	SW5 RACK MON	28	ODF	23
DRP9	SW6 CRDR	25	ODF	1
DRP9	SW6 CRDR	26	ODF	7
DRP9	SW6 CRDR	27	ODF	13
DRP9	SW6 CRDR	28	ODF	19
DRP9	SW1 CAM	1	PP2	1
DRP9	SW1 CAM	2	PP2	2
DRP9	SW1 CAM	3	PP2	3
DRP9	SW1 CAM	4	PP2	4
DRP9	SW1 CAM	5	PP2	5
DRP9	SW2 OTH	23	PP2	14
DRP9	SW2 OTH	24	PP2	15
DRP9	SW3 LIQD	23	PP2	10
DRP9	SW3 LIQD	24	PP2	11
DRP9	SW4 TEMP	10	PP3	6
DRP9	SW4 TEMP	11	PP3	7
DRP9	SW4 TEMP	12	PP3	8
DRP9	SW4 TEMP	13	PP3	9
DRP9	SW5 RACK MON	1	PP1	1
DRP9	SW5 RACK MON	2	PP1	2
DRP9	SW5 RACK MON	3	PP1	3
DRP9	SW5 RACK MON	4	PP1	4
DRP9	SW5 RACK MON	5	PP1	5
DRP9	SW5 RACK MON	6	PP1	6
DRP9	SW5 RACK MON	7	PP1	7
DRP9	SW5 RACK MON	8	PP1	8
DRP9	SW5 RACK MON	9	PP1	9

DRP9	SW5 RACK MON	10	PP1	10
DRP9	SW5 RACK MON	11	PP1	11
DRP9	SW5 RACK MON	12	PP1	12
DRP9	SW5 RACK MON	13	PP1	13
DRP9	SW5 RACK MON	14	PP1	14
DRP9	SW5 RACK MON	15	PP1	15
DRP9	SW5 RACK MON	16	PP1	16
DRP9	SW5 RACK MON	17	PP1	17
DRP9	SW5 RACK MON	18	PP1	18
DRP9	SW5 RACK MON	19	PP1	19
DRP9	SW5 RACK MON	20	PP1	20
DRP9	SW5 RACK MON	21	PP1	21
DRP9	SW5 RACK MON	22	PP1	22
DRP9	SW5 RACK MON	23	PP1	23
DRP9	SW5 RACK MON	24	PP1	24
DRP9	SW6 CRDR	1	PP2	12
DRP9	SW6 CRDR	2	PP2	13

### Příloha č. 3: Trasovací tabulky

ZAČÁTEK TRASY	KONEC TRASY	DÉLKA TRASY	DÉLKA KRUHU
DRP5	DRP6	9 m	-
DRP6	DRP7	14 m	-
DRP7	DRP8	14 m	-
DRP8	DRP9	14 m	-
DRP9	DRP5	45 m	-
DRP0	DRP1	9 m	-
DRP1	DRP2	14 m	-
DRP2	DRP3	14 m	-
DRP3	DRP4	14 m	-
DRP4	DRP0	45 m	-
DRP9	DRP4	64 m	-
DRP9	DRPX	66 m	-
DRP4	DRPX	62 m	-
DRPX	X1010101	9 m	-
DRPX	X1020201	8 m	-
DRPX	X1030301	15 m	-
DRPX	X1040401	21 m	-
DRPX	X1050501	49 m	-
DRPX	X1060601	49 m	-
DRPX	X1070701	42 m	-
DRPX	X1080801	42 m	-
DRPX	X1090901	74 m	-
DRPX	X1101001	74 m	-
DRPX	X1111101	80 m	-
DRPX	X2121301	26 m	78 m
X2121301	X2121302	26 m	78 m
X2121302	DRPX	26 m	78 m
DRPX	X2141501	26 m	52 m
X2141501	DRPX	26 m	52 m
DRPX	X2080901	4 m	8 m
X2080901	DRPX	4 m	8 m
DRPX	X2101101	22 m	82 m
X2101101	X2101102	22 m	82 m
X2101102	DRPX	38 m	82 m
DRPX	X2030401	20 m	72 m
X2030401	X2030402	12 m	72 m
X2030402	X2030403	6 m	72 m
X2030403	DRPX	34 m	72 m
DRPX	X2050501	45 m	-



DRPX	X2050602	52 m	-
DRPX	X2050603	70 m	-
DRP0	02010101	12 m	-
DRP0	02020201	22 m	-
DRP0	02030301	7 m	-
DRP0	02040401	15 m	-
DRP0	02050501	18 m	-
DRP0	02060601	38 m	-
DRP0	02091001	10 m	47 m
02091001	02091002	6 m	47 m
02091002	02091003	7 m	47 m
02091003	02091004	4 m	47 m
02091004	02091005	7 m	47 m
02091005	02091006	6 m	47 m
02091006	DRP0	7 m	47 m
DRP0	02111201	16 m	69 m
02111201	02111202	21 m	69 m
02111202	DRP0	32 m	69 m
DRP0	02131401	10 m	40 m
02131401	02131402	14 m	40 m
02131402	DRP0	16 m	40 m
DRP0	02070801	6 m	58 m
02070801	02070802	8 m	58 m
02070802	02070803	18 m	58 m
02070803	02070804	7 m	58 m
02070804	DRP0	19 m	58 m
DRP0	DR00	3 m	-
DRP0	DR01	4 m	-
DRP0	DR02	5 m	-
DRP0	DR03	6 m	-
DRP0	DR04	7 m	-
DRP0	DR05	8 m	-
DRP0	DR06	9 m	-
DRP0	DR07	10 m	-
DRP0	DR08	9 m	-
DRP0	DR09	8 m	-
DRP0	DR0A	7 m	-
DRP0	DR0B	5 m	-
DRP0	DR0C	4 m	-
DRP0	DR0D	3 m	-
DR00	DR01	1 m	-

DR01	DR02	1 m	-
DR02	DR03	1 m	-
DR03	DR04	1 m	-
DR04	DR05	1 m	-
DR05	DR06	1 m	-
DR06	DR07	1 m	-
DR07	DR08	3 m	-
DR08	DR09	1 m	-
DR09	DR0A	1 m	-
DR0A	DR0B	1 m	-
DR0B	DR0C	1 m	-
DR0C	DR0D	1 m	-
DRP1	12010101	11 m	-
DRP1	12020201	27 m	-
DRP1	12030301	8 m	-
DRP1	12080901	10 m	20 m
12080901	DRP1	10 m	20 m
DRP1	12040501	6 m	61 m
12040501	12040502	4 m	61 m
12040502	12040503	21 m	61 m
12040503	12040504	6 m	61 m
12040504	DRP1	24 m	61 m
DRP1	12060701	5 m	53 m
12060701	12060702	4 m	53 m
12060702	12060703	6 m	53 m
12060703	12060704	5 m	53 m
12060704	12060705	7 m	53 m
12060705	12060706	5 m	53 m
12060706	12060707	7 m	53 m
12060707	12060708	5 m	53 m
12060708	DRP1	9 m	53 m
DRP1	DR10	3 m	-
DRP1	DR11	4,5 m	-
DRP1	DR12	6 m	-
DRP1	DR13	7,5 m	-
DRP1	DR14	10 m	-
DRP1	DR15	11,5 m	-
DRP1	DR16	13 m	-
DRP1	DR17	14,5 m	-
DRP1	DR18	17 m	-
DRP1	DR19	18,5 m	-

DRP1	DR1A	20 m	-
DRP1	DR1B	21,5 m	-
DRP1	DR1C	21,5 m	-
DRP1	DR1D	20 m	-
DRP1	DR1E	18,5 m	-
DRP1	DR1F	17 m	-
DRP1	DR1G	14,5 m	-
DRP1	DR1H	13 m	-
DRP1	DR1I	8,5 m	-
DRP1	DR1J	6 m	-
DRP1	DR1K	4,5 m	-
DRP1	DR1L	3 m	-
DRP1	DR1N	3 m	-
DRP1	DR1M	1,5 m	-
DR10	DR11	1,5 m	-
DR11	DR12	1,5 m	-
DR12	DR13	1,5 m	-
DR13	DR14	2,5 m	-
DR14	DR15	1,5 m	-
DR15	DR16	1,5 m	-
DR16	DR17	1,5 m	-
DR17	DR18	2,5 m	-
DR18	DR19	1,5 m	-
DR19	DR1A	1,5 m	-
DR1A	DR1B	1,5 m	-
DR1B	DR1C	2,5 m	-
DR1C	DR1D	1,5 m	-
DR1D	DR1E	1,5 m	-
DR1E	DR1F	1,5 m	-
DR1F	DR1G	2,5 m	-
DR1G	DR1H	1,5 m	-
DR1H	DR1I	1,5 m	-
DR1I	DR1J	1,5 m	-
DR1J	DR1K	2,5 m	-
DR1K	DR1L	1,5 m	-
DR1L	DR1N	1,5 m	-
DR1N	DR1M	1,5 m	-
DRP2	22010101	11 m	-
DRP2	22020201	27 m	-
DRP2	22030301	8 m	-
DRP2	22080901	10 m	33 m

22080901	22080902	7 m	33 m
22080902	DRP2	16 m	33 m
DRP2	22050601	6 m	61 m
22050601	22050602	4 m	61 m
22050602	22050603	21 m	61 m
22050603	22050604	6 m	61 m
22050604	DRP2	24 m	61 m
DRP2	22060701	10 m	69 m
22060701	22060702	9 m	69 m
22060702	22060703	7 m	69 m
22060703	22060704	6 m	69 m
22060704	22060705	7 m	69 m
22060705	22060706	4 m	69 m
22060706	22060707	7 m	69 m
22060707	22060708	6 m	69 m
22060708	22060709	8 m	69 m
22060709	DRP2	5 m	69 m
DRP2	DR20	3 m	-
DRP2	DR21	4,5 m	-
DRP2	DR22	6 m	-
DRP2	DR23	7,5 m	-
DRP2	DR24	10 m	-
DRP2	DR25	11,5 m	-
DRP2	DR26	13 m	-
DRP2	DR27	14,5 m	-
DRP2	DR28	17 m	-
DRP2	DR29	18,5 m	-
DRP2	DR2A	20 m	-
DRP2	DR2B	21,5 m	-
DRP2	DR2C	21,5 m	-
DRP2	DR2D	20 m	-
DRP2	DR2E	18,5 m	-
DRP2	DR2F	17 m	-
DRP2	DR2G	14,5 m	-
DRP2	DR2H	13 m	-
DRP2	DR2I	8,5 m	-
DRP2	DR2J	6 m	-
DRP2	DR2K	4,5 m	-
DRP2	DR2L	3 m	-
DRP2	DR2N	3 m	-
DRP2	DR2M	1,5 m	-

DR20	DR21	1,5 m	-
DR21	DR22	1,5 m	-
DR22	DR23	1,5 m	-
DR23	DR24	2,5 m	-
DR24	DR25	1,5 m	-
DR25	DR26	1,5 m	-
DR26	DR27	1,5 m	-
DR27	DR28	2,5 m	-
DR28	DR29	1,5 m	-
DR29	DR2A	1,5 m	-
DR2A	DR2B	1,5 m	-
DR2B	DR2C	2,5 m	-
DR2C	DR2D	1,5 m	-
DR2D	DR2E	1,5 m	-
DR2E	DR2F	1,5 m	-
DR2F	DR2G	2,5 m	-
DR2G	DR2H	1,5 m	-
DR2H	DR2I	1,5 m	-
DR2I	DR2J	1,5 m	-
DR2J	DR2K	2,5 m	-
DR2K	DR2L	1,5 m	-
DR2L	DR2N	1,5 m	-
DR2N	DR2M	1,5 m	-
DRP3	32010101	11 m	-
DRP3	32020201	27 m	-
DRP3	32030301	8 m	-
DRP3	32080901	10 m	20 m
32080901	DRP3	10 m	20 m
DRP3	32040501	6 m	61 m
32040501	32040502	4 m	61 m
32040502	32040503	21 m	61 m
32040503	32040504	6 m	61 m
32040504	DRP3	24 m	61 m
DRP3	32060701	10 m	69 m
32060701	32060702	9 m	69 m
32060702	32060703	7 m	69 m
32060703	32060704	6 m	69 m
32060704	32060705	7 m	69 m
32060705	32060706	4 m	69 m
32060706	32060707	7 m	69 m
32060707	32060708	6 m	69 m

32060708	32060709	8 m	69 m
32060709	DRP3	5 m	69 m
DRP3	DR30	3 m	-
DRP3	DR31	4,5 m	-
DRP3	DR32	6 m	-
DRP3	DR33	7,5 m	-
DRP3	DR34	10 m	-
DRP3	DR35	11,5 m	-
DRP3	DR36	13 m	-
DRP3	DR37	14,5 m	-
DRP3	DR38	17 m	-
DRP3	DR39	18,5 m	-
DRP3	DR3A	20 m	-
DRP3	DR3B	21,5 m	-
DRP3	DR3C	21,5 m	-
DRP3	DR3D	20 m	-
DRP3	DR3E	18,5 m	-
DRP3	DR3F	17 m	-
DRP3	DR3G	14,5 m	-
DRP3	DR3H	13 m	-
DRP3	DR3I	8,5 m	-
DRP3	DR3J	6 m	-
DRP3	DR3K	4,5 m	-
DRP3	DR3L	3 m	-
DRP3	DR3N	3 m	-
DRP3	DR3M	1,5 m	-
DR30	DR31	1,5 m	-
DR31	DR32	1,5 m	-
DR32	DR33	1,5 m	-
DR33	DR34	2,5 m	-
DR34	DR35	1,5 m	-
DR35	DR36	1,5 m	-
DR36	DR37	1,5 m	-
DR37	DR38	2,5 m	-
DR38	DR39	1,5 m	-
DR39	DR3A	1,5 m	-
DR3A	DR3B	1,5 m	-
DR3B	DR3C	2,5 m	-
DR3C	DR3D	1,5 m	-
DR3D	DR3E	1,5 m	-
DR3E	DR3F	1,5 m	-

DR3F	DR3G	2,5 m	-
DR3G	DR3H	1,5 m	-
DR3H	DR3I	1,5 m	-
DR3I	DR3J	1,5 m	-
DR3J	DR3K	2,5 m	-
DR3K	DR3L	1,5 m	-
DR3L	DR3N	1,5 m	-
DR3N	DR3M	1,5 m	-
DRP4	42010101	11 m	-
DRP4	42020201	27 m	-
DRP4	42030301	8 m	-
DRP4	42040401	13 m	-
DRP4	42050501	17 m	-
DRP4	42141501	10 m	29 m
42141501	42141502	5 m	29 m
42141502	DRP4	14 m	29 m
DRP4	42060701	19 m	86 m
42060701	42060702	20 m	86 m
42060702	42060703	13 m	86 m
42060703	DRP4	34 m	86 m
DRP4	42080901	6 m	61 m
42080901	42080902	4 m	61 m
42080902	42080903	21 m	61 m
42080903	42080904	6 m	61 m
42080904	DRP4	24 m	61 m
DRP4	42101101	10 m	69 m
42101101	42101102	9 m	69 m
42101102	42101103	7 m	69 m
42101103	42101104	6 m	69 m
42101104	42101105	7 m	69 m
42101105	42101106	4 m	69 m
42101106	42101107	7 m	69 m
42101107	42101108	6 m	69 m
42101108	42101109	8 m	69 m
42101109	DRP4	5 m	69 m
DRP4	42121301	21 m	90 m
42121301	42121302	10 m	90 m
42121302	42121303	12 m	90 m
42121303	42121304	11 m	90 m
42121304	DRP4	36 m	90 m
DRP4	DR40	3 m	-

DRP4	DR41	4,5 m	-
DRP4	DR42	6 m	-
DRP4	DR43	7,5 m	-
DRP4	DR44	10 m	-
DRP4	DR45	11,5 m	-
DRP4	DR46	13 m	-
DRP4	DR47	14,5 m	-
DRP4	DR48	17 m	-
DRP4	DR49	18,5 m	-
DRP4	DR4A	20 m	-
DRP4	DR4B	21,5 m	-
DRP4	DR4C	21,5 m	-
DRP4	DR4D	20 m	-
DRP4	DR4E	18,5 m	-
DRP4	DR4F	17 m	-
DRP4	DR4G	14,5 m	-
DRP4	DR4H	13 m	-
DRP4	DR4I	8,5 m	-
DRP4	DR4J	6 m	-
DRP4	DR4K	4,5 m	-
DRP4	DR4L	3 m	-
DRP4	DR4N	3 m	-
DRP4	DR4M	1,5 m	-
DR40	DR41	1,5 m	-
DR41	DR42	1,5 m	-
DR42	DR43	1,5 m	-
DR43	DR44	2,5 m	-
DR44	DR45	1,5 m	-
DR45	DR46	1,5 m	-
DR46	DR47	1,5 m	-
DR47	DR48	2,5 m	-
DR48	DR49	1,5 m	-
DR49	DR4A	1,5 m	-
DR4A	DR4B	1,5 m	-
DR4B	DR4C	2,5 m	-
DR4C	DR4D	1,5 m	-
DR4D	DR4E	1,5 m	-
DR4E	DR4F	1,5 m	-
DR4F	DR4G	2,5 m	-
DR4G	DR4H	1,5 m	-
DR4H	DR4I	1,5 m	-



DR4I	DR4J	1,5 m	-
DR4J	DR4K	2,5 m	-
DR4K	DR4L	1,5 m	-
DR4L	DR4N	1,5 m	-
DR4N	DR4M	1,5 m	-
DRP5	52010101	12 m	-
DRP5	52020201	22 m	-
DRP5	52030301	7 m	-
DRP5	52040401	15 m	-
DRP5	52050501	18 m	-
DRP5	52060601	36 m	-
DRP5	52070701	41 m	-
DRP5	52121301	5 m	46 m
52121301	52121302	4 m	46 m
52121302	52121303	14 m	46 m
52121303	52121304	6 m	46 m
52121304	DRP5	17 m	46 m
DRP5	52141501	7 m	28 m
52141501	52141502	8 m	28 m
52141502	DRP5	13 m	28 m
DRP5	52080901	9 m	47 m
52080901	52080902	6 m	47 m
52080902	52080903	8 m	47 m
52080903	52080904	5 m	47 m
52080904	52080905	8 m	47 m
52080905	52080906	6 m	47 m
52080906	DRP5	5 m	47 m
DRP5	DR50	3 m	-
DRP5	DR51	4 m	-
DRP5	DR52	5 m	-
DRP5	DR53	6 m	-
DRP5	DR54	7 m	-
DRP5	DR55	8 m	-
DRP5	DR56	9 m	-
DRP5	DR57	10 m	-
DRP5	DR58	9 m	-
DRP5	DR59	8 m	-
DRP5	DR5A	7 m	-
DRP5	DR5B	5 m	-
DRP5	DR5C	4 m	-
DRP5	DR5D	3 m	-

DRP5	DR51	1 m	-
DR51	DR52	1 m	-
DR52	DR53	1 m	-
DR53	DR54	1 m	-
DR54	DR55	1 m	-
DR55	DR56	1 m	-
DR56	DR57	1 m	-
DR57	DR58	3 m	-
DR58	DR59	1 m	-
DR59	DR5A	1 m	-
DR5A	DR5B	1 m	-
DR5B	DR5C	1 m	-
DR5C	DR5D	1 m	-
DRP6	62010101	11 m	-
DRP6	62020201	27 m	-
DRP6	62030301	8 m	-
DRP6	62080901	10 m	20 m
62080901	DRP6	10 m	20 m
DRP6	62040501	6 m	61 m
62040501	62040502	4 m	61 m
62040502	62040503	21 m	61 m
62040503	62040504	6 m	61 m
62040504	DRP6	24 m	61 m
DRP6	62060701	5 m	53 m
62060701	62060702	4 m	53 m
62060702	62060703	6 m	53 m
62060703	62060704	5 m	53 m
62060704	62060705	7 m	53 m
62060705	62060706	5 m	53 m
62060706	62060707	7 m	53 m
62060707	62060708	5 m	53 m
62060708	DRP6	9 m	53 m
DRP6	DR60	3 m	-
DRP6	DR61	4,5 m	-
DRP6	DR62	6 m	-
DRP6	DR63	7,5 m	-
DRP6	DR64	10 m	-
DRP6	DR65	11,5 m	-
DRP6	DR66	13 m	-
DRP6	DR67	14,5 m	-
DRP6	DR68	17 m	-

DRP6	DR69	18,5 m	-
DRP6	DR6A	20 m	-
DRP6	DR6B	21,5 m	-
DRP6	DR6C	21,5 m	-
DRP6	DR6D	20 m	-
DRP6	DR6E	18,5 m	-
DRP6	DR6F	17 m	-
DRP6	DR6G	14,5 m	-
DRP6	DR6H	13 m	-
DRP6	DR6I	8,5 m	-
DRP6	DR6J	6 m	-
DRP6	DR6K	4,5 m	-
DRP6	DR6L	3 m	-
DRP6	DR6N	3 m	-
DRP6	DR6M	1,5 m	-
DR60	DR61	1,5 m	-
DR61	DR62	1,5 m	-
DR62	DR63	1,5 m	-
DR63	DR64	2,5 m	-
DR64	DR65	1,5 m	-
DR65	DR66	1,5 m	-
DR66	DR67	1,5 m	-
DR67	DR68	2,5 m	-
DR68	DR69	1,5 m	-
DR69	DR6A	1,5 m	-
DR6A	DR6B	1,5 m	-
DR6B	DR6C	2,5 m	-
DR6C	DR6D	1,5 m	-
DR6D	DR6E	1,5 m	-
DR6E	DR6F	1,5 m	-
DR6F	DR6G	2,5 m	-
DR6G	DR6H	1,5 m	-
DR6H	DR6I	1,5 m	-
DR6I	DR6J	1,5 m	-
DR6J	DR6K	2,5 m	-
DR6K	DR6L	1,5 m	-
DR6L	DR6N	1,5 m	-
DR6N	DR6M	1,5 m	-
DRP7	52010101	11 m	-
DRP7	52020201	27 m	-
DRP7	52030301	8 m	-

DRP7	52080901	10 m	33 m
52080901	52080902	7 m	33 m
52080902	DR7P	16 m	33 m
DRP7	52050601	6 m	61 m
52050601	52050602	4 m	61 m
52050602	52050603	21 m	61 m
52050603	52050604	6 m	61 m
52050604	DRP7	24 m	61 m
DRP7	52060701	10 m	69 m
52060701	52060702	9 m	69 m
52060702	52060703	7 m	69 m
52060703	52060704	6 m	69 m
52060704	52060705	7 m	69 m
52060705	52060706	4 m	69 m
52060706	52060707	7 m	69 m
52060707	52060708	6 m	69 m
52060708	52060709	8 m	69 m
52060709	DRP7	5 m	69 m
DRP7	DR70	3 m	-
DRP7	DR71	4,5 m	-
DRP7	DR72	6 m	-
DRP7	DR73	7,5 m	-
DRP7	DR74	10 m	-
DRP7	DR75	11,5 m	-
DRP7	DR76	13 m	-
DRP7	DR77	14,5 m	-
DRP7	DR78	17 m	-
DRP7	DR79	18,5 m	-
DRP7	DR7A	20 m	-
DRP7	DR7B	21,5 m	-
DRP7	DR7C	21,5 m	-
DRP7	DR7D	20 m	-
DRP7	DR7E	18,5 m	-
DRP7	DR7F	17 m	-
DRP7	DR7G	14,5 m	-
DRP7	DR7H	13 m	-
DRP7	DR7I	8,5 m	-
DRP7	DR7J	6 m	-
DRP7	DR7K	4,5 m	-
DRP7	DR7L	3 m	-
DRP7	DR7N	3 m	-

DRP7	DR7M	1,5 m	-
DR70	DR71	1,5 m	-
DR71	DR72	1,5 m	-
DR72	DR73	1,5 m	-
DR73	DR74	2,5 m	-
DR74	DR75	1,5 m	-
DR75	DR76	1,5 m	-
DR76	DR77	1,5 m	-
DR77	DR78	2,5 m	-
DR78	DR79	1,5 m	-
DR79	DR7A	1,5 m	-
DR7A	DR7B	1,5 m	-
DR7B	DR7C	2,5 m	-
DR7C	DR7D	1,5 m	-
DR7D	DR7E	1,5 m	-
DR7E	DR7F	1,5 m	-
DR7F	DR7G	2,5 m	-
DR7G	DR7H	1,5 m	-
DR7H	DR7I	1,5 m	-
DR7I	DR7J	1,5 m	-
DR7J	DR7K	2,5 m	-
DR7K	DR7L	1,5 m	-
DR7L	DR7N	1,5 m	-
DR7N	DR7M	1,5 m	-
DRP8	82010101	11 m	-
DRP8	82020201	27 m	-
DRP8	82030301	8 m	-
DRP8	82080901	10 m	20 m
82080901	DRP8	10 m	20 m
DRP8	82040501	6 m	61 m
82040501	82040502	4 m	61 m
82040502	82040503	21 m	61 m
82040503	82040504	6 m	61 m
82040504	DRP8	24 m	61 m
DRP8	82060701	10 m	69 m
82060701	82060702	9 m	69 m
82060702	82060703	7 m	69 m
82060703	82060704	6 m	69 m
82060704	82060705	7 m	69 m
82060705	82060706	4 m	69 m
82060706	82060707	7 m	69 m

82060707	82060708	6 m	69 m
82060708	82060709	8 m	69 m
82060709	DRP8	5 m	69 m
DRP8	DR80	3 m	-
DRP8	DR81	4,5 m	-
DRP8	DR82	6 m	-
DRP8	DR83	7,5 m	-
DRP8	DR84	10 m	-
DRP8	DR85	11,5 m	-
DRP8	DR86	13 m	-
DRP8	DR87	14,5 m	-
DRP8	DR88	17 m	-
DRP8	DR89	18,5 m	-
DRP8	DR8A	20 m	-
DRP8	DR8B	21,5 m	-
DRP8	DR8C	21,5 m	-
DRP8	DR8D	20 m	-
DRP8	DR8E	18,5 m	-
DRP8	DR8F	17 m	-
DRP8	DR8G	14,5 m	-
DRP8	DR8H	13 m	-
DRP8	DR8I	8,5 m	-
DRP8	DR8J	6 m	-
DRP8	DR8K	4,5 m	-
DRP8	DR8L	3 m	-
DRP8	DR8N	3 m	-
DRP8	DR8M	1,5 m	-
DR80	DR81	1,5 m	-
DR81	DR82	1,5 m	-
DR82	DR83	1,5 m	-
DR83	DR84	2,5 m	-
DR84	DR85	1,5 m	-
DR85	DR86	1,5 m	-
DR86	DR87	1,5 m	-
DR87	DR88	2,5 m	-
DR88	DR89	1,5 m	-
DR89	DR8A	1,5 m	-
DR8A	DR8B	1,5 m	-
DR8B	DR8C	2,5 m	-
DR8C	DR8D	1,5 m	-
DR8D	DR8E	1,5 m	-

DR8E	DR8F	1,5 m	-
DR8F	DR8G	2,5 m	-
DR8G	DR8H	1,5 m	-
DR8H	DR8I	1,5 m	-
DR8I	DR8J	1,5 m	-
DR8J	DR8K	2,5 m	-
DR8K	DR8L	1,5 m	-
DR8L	DR8N	1,5 m	-
DR8N	DR8M	1,5 m	-
DRP9	92010101	11 m	-
DRP9	92020201	27 m	-
DRP9	92030301	8 m	-
DRP9	92040401	13 m	-
DRP9	92050501	17 m	-
DRP9	92141501	10 m	29 m
92141501	92141502	5 m	29 m
92141502	DRP9	14 m	29 m
DRP9	92080901	19 m	86 m
92080901	92080902	20 m	86 m
92080902	92080903	13 m	86 m
92080903	DRP9	34 m	86 m
DRP9	92101101	6 m	61 m
92101101	92101102	4 m	61 m
92101102	92101103	21 m	61 m
92101103	92101104	6 m	61 m
92101104	DRP9	24 m	61 m
DRP9	92060701	6 m	58 m
92060701	92060702	4 m	58 m
92060702	92060703	7 m	58 m
92060703	92060704	6 m	58 m
92060704	92060705	7 m	58 m
92060705	92060706	5 m	58 m
92060706	92060707	7 m	58 m
92060707	92060708	6 m	58 m
92060708	DRP9	10 m	58 m
DRP9	92121301	7 m	20 m
92121301	92121302	5 m	20 m
92121302	DRP9	8 m	20 m
DRP9	92141501	21 m	52 m
92141501	92141502	16 m	52 m
92141502	DRP9	15 m	52 m

DRP9	DR90	3 m	-
DRP9	DR91	4,5 m	-
DRP9	DR92	6 m	-
DRP9	DR93	7,5 m	-
DRP9	DR94	10 m	-
DRP9	DR95	11,5 m	-
DRP9	DR96	13 m	-
DRP9	DR97	14,5 m	-
DRP9	DR98	17 m	-
DRP9	DR99	18,5 m	-
DRP9	DR9A	20 m	-
DRP9	DR9B	21,5 m	-
DRP9	DR9C	21,5 m	-
DRP9	DR9D	20 m	-
DRP9	DR9E	18,5 m	-
DRP9	DR9F	17 m	-
DRP9	DR9G	14,5 m	-
DRP9	DR9H	13 m	-
DRP9	DR9I	8,5 m	-
DRP9	DR9J	6 m	-
DRP9	DR9K	4,5 m	-
DRP9	DR9L	3 m	-
DRP9	DR9N	3 m	-
DRP9	DR9M	1,5 m	-
DR90	DR91	1,5 m	-
DR91	DR92	1,5 m	-
DR92	DR93	1,5 m	-
DR93	DR94	2,5 m	-
DR94	DR95	1,5 m	-
DR95	DR96	1,5 m	-
DR96	DR97	1,5 m	-
DR97	DR98	2,5 m	-
DR98	DR99	1,5 m	-
DR99	DR9A	1,5 m	-
DR9A	DR9B	1,5 m	-
DR9B	DR9C	2,5 m	-
DR9C	DR9D	1,5 m	-
DR9D	DR9E	1,5 m	-
DR9E	DR9F	1,5 m	-
DR9F	DR9G	2,5 m	-
DR9G	DR9H	1,5 m	-



DR9H	DR9I	1,5 m	-
DR9I	DR9J	1,5 m	-
DR9J	DR9K	2,5 m	-
DR9K	DR9L	1,5 m	-
DR9L	DR9N	1,5 m	-
DR9N	DR9M	1,5 m	-

#### Příloha č. 4: Materiálová kniha

POLOŽKA	JEDN.	CENA ZA JEDNOTKU	POŽ. MN.	CENA CELKEM
Kabel metalický Cat. 6A	metr	18 Kč	6230	112 140 Kč
Kabel OS1 breakout 12 vl.	metr	28 Kč	385	10 780 Kč
Smart PDU do rozvaděčů	ks	10 000 Kč	440	4 400 000 Kč
IP dveřní kontakt do racku	ks	3 200 Kč	220	704 000 Kč
IP teplotní čidlo do racku	ks	2 000 Kč	1320	2 640 000 Kč
Switch na DIN lištu 8port	ks	4 999 Kč	220	1 099 780 Kč
Vyvazovací pásky 1000 ks	bal	669 Kč	6	4 014 Kč
SFP+ moduly LC SM	ks	725 Kč	156	113 100 Kč
Optický patch cord duplexní žlutý klíčovaný 2m	ks	410 Kč	22	9 020 Kč
Optický patch cord duplexní modrý klíčovaný 2m	ks	410 Kč	22	9 020 Kč
Optický patch cord duplexní zelený klíčovaný 2m	ks	410 Kč	22	9 020 Kč
Optický patch cord duplexní šedý klíčovaný 2m	ks	410 Kč	22	9 020 Kč
Optický patch cord duplexní oranžový klíčovaný 2m	ks	410 Kč	22	9 020 Kč
Optický patch cord duplexní červený klíčovaný 2m	ks	410 Kč	22	9 020 Kč
Optická vana pro 4x FAP	ks	7 799 Kč	11	85 789 Kč
FAP kazeta pro 6x duplex LC SM	ks	2 345 Kč	28	65 660 Kč
Optický patch adaptér duplexní žlutý klíčovaný	ks	2 199 Kč	22	48 378 Kč
Optický patch adaptér duplexní modrý klíčovaný	ks	2 199 Kč	22	48 378 Kč
Optický patch adaptér duplexní zelený klíčovaný	ks	2 199 Kč	22	48 378 Kč
Optický patch adaptér duplexní šedý klíčovaný	ks	2 199 Kč	22	48 378 Kč
Optický patch adaptér duplexní oranžový klíčovaný	ks	2 199 Kč	22	48 378 Kč
Optický patch adaptér duplexní červený klíčovaný	ks	2 199 Kč	22	48 378 Kč
Optický konektor LC SM	ks	845 Kč	132	111 540 Kč
MCN switch 24p+4xSFP+	ks	30 000 Kč	66	1 980 000 Kč
MiniCom záslepky do PP	ks	7 Kč	169	112 140 Kč

Modulární PP MiniCom pro UTP Cat. 6A	ks	855 Kč	22	18 810 Kč
Popisky kabelů	ks	5 Kč	1030	4 728 Kč
Organizér kabelů 3U do racku 19“	ks	2 415 Kč	33	79 695 Kč
Rozvaděč skříňový 18U	ks	7 364 Kč	11	81 004 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP plug	ks		384	0 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP jack klíčovaný žlutý	ks	651 Kč	51	33 201 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP jack klíčovaný červený	ks	651 Kč	23	14 973 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP jack klíčovaný zelený	ks	651 Kč	7	4 557 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP jack klíčovaný oranžový	ks	651 Kč	43	27 993 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP jack klíčovaný šedý	ks	651 Kč	220	143 220 Kč
RJ-45 cat. 6A UTP jack klíčovaný modrý	ks	651 Kč	41	26 691 Kč
Cat. 6A UTP patch jack klíčovaný žlutý 2m	ks	533 Kč	51	27 183 Kč
Cat. 6A UTP patch jack klíčovaný červený 2m	ks	533 Kč	23	12 259 Kč
Cat. 6A UTP patch cord klíčovaný zelený 2m	ks	533 Kč	7	3 731 Kč
Cat. 6A UTP patch cord klíčovaný oranžový 2m	ks	533 Kč	43	22 919 Kč
Cat. 6A UTP patch cord klíčovaný šedý 2m	ks	533 Kč	220	117 260 Kč
Cat. 6A UTP patch cord klíčovaný modrý 2m	ks	533 Kč	41	21 853 Kč
IP CCTV PoE kamera	ks	6 000 Kč	51	306 000 Kč
IP čtečka přístupových karet	ks	4 499 Kč	23	103 477 Kč
Kombinované teplotní a vlhkostní IP čidlo	ks	2 990 Kč	43	128 570 Kč
IP čidlo úniku kapaliny	ks	9 999 Kč	41	409 959 Kč

