VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ SPOLEČNOSTI

COMPUTER NETWORK DESIGN FOR THE COMPANY

BAKALÁŘSKA PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE Miroslav Kapoun

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2018

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA PODNIKATELSKÁ

Zadání bakalářské práce

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

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

Návrh počítačové sítě společnosti

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Analýza současného stavu
Teoretická východiska práce
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout počítačovou síť.

Základní literární prameny:

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

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.

JIROVSKÝ, V. Vademecum správce sítě. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 428 s. ISBN 80-7169-745-1.

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

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

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

V Brně dne 28.2.2018

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc. ředitel	doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D. děkan

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o problematice komplexního návrhu počítačové sítě na úrovni středně velké strojírenské společnosti. Práce se zabývá teoretickým hlediskem, abychom lépe porozuměli dané problematice. Analýza následně zahrnuje požadavky, které budou zaměřeny na kvalitní a bezpečný provoz ve firmě, který má umožnit lepší konkurenceschopnost na trhu. Návrh pak zvizualizuje celkový projekt. Celkově navrhnutý projekt v souladu s českou legislativou a nese v sobě základní požadavky společnosti.

Abstract

The bachelor thesis deals with the complex design of a computer network at the level of a medium-sized engineering company. The thesis deals with the theoretical aspect in order to better understand the given issue. The analysis then includes requirements that will focus on quality and safe operation in the company, which will allow for better market competitiveness. The proposal then highlights the overall project. Overall, the proposed project is in the line with Czech legislation and contains the basic requirements of the company.

Klíčové slova

počítačové sítě, návrh počítačové sítě, topologie sítě, kabelážní systém, přenosová média, aktivní prvky

Key words

computer networks, computer network design, network topology, cabling system, transmission media, active elements

Bibliografická citace

KAPOUN, M. *Návrh počítačové sítě společnosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2018. 118 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 14. května 2018

podpis autora

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. a také oponentovi panu Ing. Vilému Jordánovi, kteří mi dokázali společnými silami konstruktivně a metodicky napomáhat a vést mne při zpracovávaní bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD ... 12

1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍL PRÁCE ... 13

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE ... 14

2.1 Počítačová síť ... 14

2.2 Rozdělení sítí podle velikosti ... 14

2.2.1 PAN ... 15

2.2.2 LAN ... 15

2.2.3 MAN ... 15

2.2.4 WAN ... 16

2.3 Topologie počítačové sítě ... 16

2.3.1 Fyzické topologie ... 16

2.3.2 Logická topologie ... 17

2.3.3 Hybridní topologie ... 18

2.4 ISO/OSI Referenční model ... 18

2.4.1 Komunikace mezi vrstvami ... 18

2.4.2 Princip komunikace mezi párovými systémy ... 19

2.4.3 Popis vrstev referenčního modelu OSI ... 19

2.5 Architektura TCP/IP ... 21

2.6 Ethernet ... 22

2.6.1 Vývoj rychlosti Ethernetu ... 23

2.7 Aktivní prvky ... 24

2.7.1 Repeater (Opakovač) ... 24

2.7.2 Bridge (Most) ... 25

2.7.3 Switch (přepínač) ... 26

2.7.4 Router (Směrovač) ... 27

2.8 Komunikační infrastruktura 28
2.8.1 Normy pro komunikační infrastrukturu 28
2.8.2 Definice odborných pojmů 29
2.9 Univerzální kabelážní systém 31
2.9.1 Páteřní sekce 31
2.9.2 Horizontální sekce 31
2.9.3 Pracovní sekce 31
2.10 Dělení komunikační infrastruktury podle přenosového prostředí 32
2.10.1 Metalická kabeláž 33
2.10.2 Optické vedení 35
2.10.3 Bezdrátové prostředí 36
2.11 PRVKY INFRASTRUKTURY 37
2.11.1 Spojové prvky kabeláže (Connect) 37
2.11.2 Organizační prvky kabeláže (manage) 39
2.11.3 Prvky vedení (Route) 41
2.11.4 Prvky značení (Identify) 41
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU 43
3.1 Charakteristika společnosti 43
3.1.1 Základní údaje o společnosti 43
3.1.2 Popis analyzované společnosti 43
3.1.3 Organizační struktura 45
3.1.4 Celkové zhodnocení společnosti pomocí SWOT analýzy 45
3.2 Lokalita 46
3.3 Analýza budov společnosti 47
3.3.1 Značení budov a místností 47
3.3.2 Členění budov společnosti 47

3.4 Analýza místností společnosti 50
3.5 Současný stav informačních technologií ve společnosti 51
3.6 Požadavky investora 53
3.6.1 Vstupní požadavky na aktivní síťové prvky 53
3.6.2 Vstupní požadavky na pasivní síťové prvky 54
3.7 Shrnutí analýzy 54
3.7.1 Co projekt neřeší 55
4 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ 56
4.1 Návrh topologie 56
4.2 Návrh přenosové technologie 56
4.3 Návrh přípojných míst 57
4.4 Návrh komponent 58
4.4.1 Kabely 58
4.4.2 Datové zásuvky 60
4.4.3 Elektroinstalační krabice a komponenty 61
4.4.4 Elektroinstalační lišty a trubky 62
4.4.5 Podlahové krabice 63
4.4.6 Patch panel 64
4.4.7 Optická vana 66
4.5 Datový rozvaděč 66
4.5.1 Vybavení datových rozvaděčů 67
4.6 Uzemnění komponent 69
4.7 Kabelové trasy 69
4.7.1 Budova A 70
4.7.2 Budova B 72
4.8 Osazení datového rozváděče 72

4.9 Návrh značení kabeláže a ostatních prvků ... 73
4.10 Aktivní prvky ... 75
4.10.1 Logické schéma sítě ... 75
4.10.2 Router ... 75
4.10.3 Switch ... 76
4.10.4 Wi-fi Access point ... 77
4.10.5 Záložní zdroj UPS ... 77
4.11 Připojení k internetu ... 78
4.12 Ekonomické zhodnocení ... 78
4.12.1 Připojení k internetu ... 79
4.12.2 Instalace komponentů ... 79
4.12.3 Cena projektu ... 80
ZÁVĚR ... 81
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ ... 82
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ ... 86
SEZNAM GRAFŮ ... 88
SEZNAM OBRÁZKŮ ... 89
SEZNAM TABULEK ... 92
SEZNAM PŘÍLOH ... 93

ÚVOD

Masivní příchod internetové éry způsobil to, že počítačová síť je v dnešním 21. stoletím neodmyslitelným základním pilířem infrastruktury, a to zejména veškerých podnikových budov, firem, škol a domácností.

Globální problematikou veškerých firem je rychlá a kvalitní správa dat, proto apelování na spolehlivou a kvalitní síť už nepatří jenom do kategorie IT společností, které vnímají tuto problematiku jako základní bod existence schopnosti, ale vnímají ji všechny úrovně společností. Proto investice do této problematiky je určitě důležitým a kladným krokem, jak z hlediska konkurenceschopnosti, tak z hlediska likvidnosti.

Návrh počítačové sítě není pouze aplikace metod a doporučení, například od výrobce prvků v síti, ale v dnešní době už musí odpovídat normám a být v souladu s bezpečnostními opatřeními, abychom mohli zaručit plně její integrovanost a mohla vstoupit do světa internetu. Každá síť by měla disponovat jak rychlostí, tak dostatkem přípojných míst. Všechny investorovy požadavky jsou dnes splnitelné. Od toho se odvíjí i cena návrhu počítačové sítě, která může být v řádu tisícikorun, ale může kvůli náročnosti úkonu i vzrůst na miliony. Náklady na vybudování sítě se pohybují ve 3 až 5 % nákladů společnosti. Špatně navrhnutá síť může generovat až 70 % provozních nákladů na udržení sítě v provozu a rovněž 70 % finančních ztrát z důvodu selhání sítě.

Má práce bude pojednávat o středně velké strojírenské společnosti, která se rozhodla k masivní modernizaci počítačové sítě. Strojírenské společnosti nemají problém se zakázkami, ale s časem, protože odstavení výrobní linky a doba, za kterou je společnost schopna ji uvést do provozu je hlavním prvkem ve strojírenském odvětví. Hlavní problematika tedy tkví ve velkém množství archívů, kde jsou uloženy technické výkresy, proto doba mezi nalezením technického výkresu a jeho aplikace je rozhodující a tvoří tak čas, za který jsou schopni zhotovit zakázku. Díky tomuto mohou mít privilegium vůči trhu.

1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

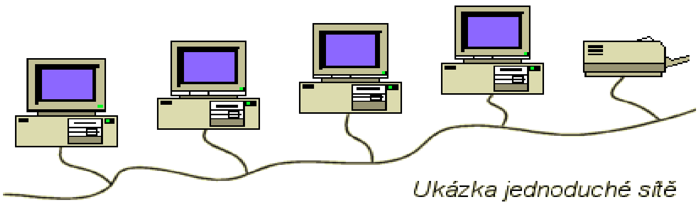
Cílem práce je navrhnout funkční a spolehlivou počítačovou síť pro středně velkou strojírenskou firmu při vytížení průměrně pětadvaceti zaměstnanců s částečnou výlukou provozu do jednoho měsíce. Základní strategie návrhu počítačové sítě bude zaměřená na analýzu současného stavu, která stanoví základní prvky. Ty následně strategicky aplikujeme a dosáhneme úrovně, která nám zkonfiguruje firemní data, korespondenci a stanoví správu IT sítě dané firmy. Důležité je, aby síť splňovala podmínky investora a zároveň zajišťovala bezproblémový chod společnosti.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

První část práce bude zaměřená na základní teoretické popisy infrastruktury komunikačního systému, který je důležitým krokem potřebným k pochopení dané tématiky a bude především sloužit k řešení dílčích částí práce. Teoretickým východiskem bude rozdělit IKS na dvě odvětví. V prvním odvětví budeme popisovat téma počítačové sítě, kde popíšeme základní typy sítí z hlediska uspořádání, velikosti, architektury a propojování počítačových sítí pomocí aktivních prvků. Druhé odvětví se bude dívat na IKS z čistě fyzického hlediska a bude tedy zaměřeno na kabelážní systémy.

2.1 Počítačová síť

„Počítačová síť je spojení nebo sadou spojení mezi dvěma nebo více počítači za účelem výměny dat mezi nimi." [1, s. 27].

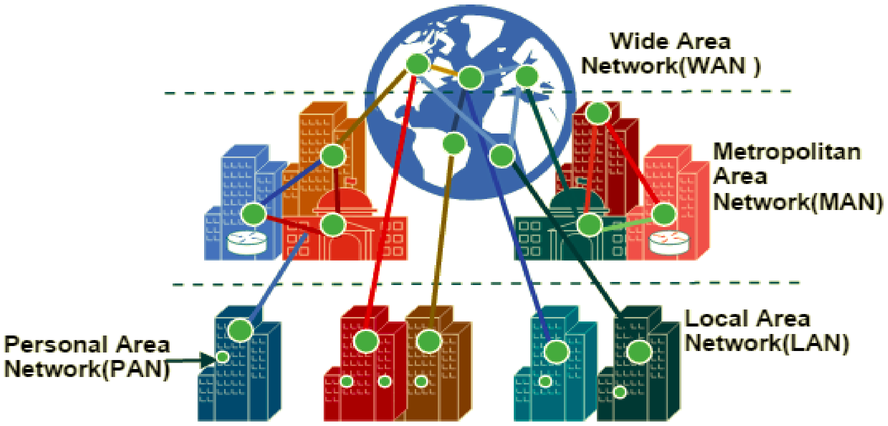


Obr. 1: Ukázka jednoduché sítě [Převzato ze 5]

Počítačová síť může nabývat různých charakterů (typ, topologie, přenos atd.) její definici budeme vždy chápat jako souhrn veškerých technických prostředků (propojovací software, síťové systémy a síťové prvky), které nám umožnují propojení a vzájemnou výměnu informací mezi jednotlivými komponenty [1, s. 27].

2.2 Rozdělení sítí podle velikosti

Počítačové sítě z pohledu velikosti rozlišujeme na základě vzdálenosti mezi dílčími prvky [1, s. 29].



Obr. 2: Rozdělení sítí podle velikosti [Převzato ze 3]

Z dnešního pohledu, je dělení sítí z hlediska velikosti obtížně definovatelné, často nastává problém stíráním rozdílu mezi jednotlivými členěními. Nejčastěji je to u LAN a MAN, kde se rozdíl stává čím dál hůře definovatelný [3].

2.2.1 PAN

Personální místní síť je nejčastěji skupina zařízení připojená k jednomu systému. Příkladem může být technologie Bluetooth [3].

2.2.2 LAN

LAN je množina prvků (propojených systémů) v rámci místností, patra či budovy. V běžné praxi se může jednat o propojení počítačů s rozbočovačem (v domácnostech se jedná o takzvaný Wi-Fi router, kde je spojení switche, routeru a AP). LAN sítě se vyznačují především protokoly, adresním schématem a komunikačními pravidly [3].

2.2.3 MAN

Metropolitní síť je určena pro komunikační infrastrukturu v rámci města či obce. Úkolem této infrastruktury je poskytovat jednotný definovaný přístup k informačním zdrojům a zajistit tak propojení lokálních sítí. Jednoduše řečeno, jedná se o propojení několika LAN sítí [3].

2.2.4 WAN

Jedná se o rozsáhlé počítačové sítě pokrývající masivní geografické oblasti. WAN je suma zahrnující lokální a metropolitní sítě na celostátní a mezinárodní úrovni. Zásadním rysem sítí WAN je, že přenosové kanály jsou často pronajímány k dalšímu využití a jsou privátním vlastnictvím společností. Nejvíce známou WAN sítí můžeme označit internet [3].

2.3 Topologie počítačové sítě

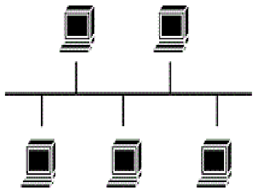
Topologie počítačové sítě se zaměřuje na rozložení a propojení síťových prvků. Síťovou topologii můžeme posuzovat z hlediska:

- **fyzické topologie** – zabývající se vztahy mezi fyzickými zařízeními a prvky,
- **logické topologie** – hlavním úkolem je vymezit vztahy čili určit hierarchii funkčních složek sítě,
- **hybridní topologie** – kombinace logické a fyzické topologie do jednotného obrazu [1, s. 32].

2.3.1 Fyzické topologie

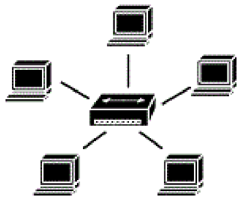
Fyzická topologie se zabývá základními vztahy mezi prvky, které tvoří společně síť. Topologie tedy zaznamenává koncové prvky sítě a spoje. Fyzická topologie může mít několik podob viz. Obr. 3 [1, s. 32].

Sběrnice



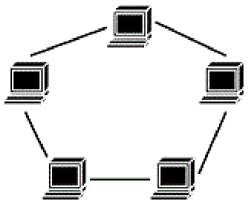
- Sběrnicová topologie obsahuje jedno přenosové médium, kde jsou propojeny veškerá zařízení (např. počítače). Jedná se o jednoduché a nenákladné zapojení, ale má jednu razantní nevýhodu. Pokud chtějí odesílat data dva klienti ve stejný okamžik, vzniká kolize.
- K situacím vícenásobného přenosu dochazí velmi často, a proto by měl být v každé sběrnicové síti podporován protokol CSMA (systém náhodného přístupu), který se snaží předcházet kolizím, a pokud by nastaly, snaží se je vyřešit.

Hvězda



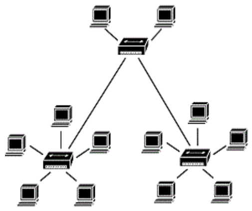
- Topologie ve tvaru připomínající hvězdu, je nejpoužívanější způsob propojování prvků do počítačové sítě . Každý prvek je propojen pomocí kabelu(UTP či STP) a má tedy s centralním prvkem výjimečné propojení . Díky decetralizovanosti a nezávislosti prvků, v případě výpadku jednoho z nich, nedochází k přerušení spojení. Pokud však dojde k výpadku centrálního prvku je samozřejmostí, že dojde k výpadku celé počítačové sítě.
- Toto zapojení pochází z minulého století, kdy prvky byly připojeny k centrálnímu počítači.

Kruh



- Tato topologie ve tvaru kruhu pracuje na principu , že každý prvek (např. počítač) je propojen se dvěma sousedními, prvky se kterými chce sdílet data . Data v kruhové topologii se sdílí přes jednotlivé prvky, dokud nedorazí k cílovému prvku. V počátcích tohoto návrhu se data posílala pouze jedním směrem, později došlo k obousměrnému přenosu.
- Tato topologie je méně efektivnější oproti hvězdicové topologii a to, jak z hlediska doby dosažení cílového prvku (musí projít přes více prvků), tak z hlediska funkčnosti (síť bude funkční pouze pokud všechny prvky v sítí jsou funkční). Kruhovou topologii najdeme v sítích FDDI a Token Ring

Strom



Tato topologie přípomínající strom je složena kaskádovitě z více topologií typu hvězdy, které jsou propojeny pomocí aktivního prvků switche, který je v centru jednotlivých hvězd. Toto propojení je často spojováno s velkými počítačovými sítěmi(firemní sítě).

Obr. 3: Nejčastější podoby fyzických topologií v počítačových sítí [Upraveno dle 4]

2.3.2 Logická topologie

Logická topologie zmapovává trasu, kterou podstoupí datový paket pří průchodu počítačovou sítí od uzlu k uzlu. Logická topologie může být sestavena pouze pokud jsou uzly dostupné prostřednictvím protokolů používaných k výměně dat. Každý prvek v topologii musí mít jednoznačné identifikační číslo Mac, aby v rámci sítě byl rozeznatelný [1, s 39].

2.3.3 Hybridní topologie

Všechny vyjmenované topologie mohou být spojeny dohromady, a tak vznikají hybridní topologie. V jednom uspořádání můžeme získat více flexibility, ale také následné složitosti [1, s. 39].

2.4 ISO/OSI Referenční model

Na počátcích sítí byla vysoká nekompatibilita mezi jednotlivými výrobci. Rozhodlo se, že se vytvoří jednotný standard pro komunikace v rámci sítě, který umožňuje bezproblémovou instalaci jakéhokoliv hardwaru a zajistí tak bezchybnou komunikaci. Referenční komunikační model OSI byl navržen mezinárodní společností ISO za účelem stanovení pravidel při přenosu dat v rámci různých sítí. Model rozděluje vzájemnou komunikaci do sedmi vzájemně spolupracujících vrstev a zavádí používání těchto vrstev v procesu výměny dat [5].

2.4.1 Komunikace mezi vrstvami

Komunikace mezi vrstvami probíhá na bázi logické či fyzické. Logická komunikace probíhá mezi vrstvami, kde není fyzické spojení. Vyšší vrstva využívá služby nižší vrstvy. Fyzická komunikace probíhá mezi vrstvami, kde existuje fyzické spojení. Tento typ spojení probíhá mezi fyzickými vrstvami dvou propojených systémů [8].

Napříč komunikací mezi vrstvami modelu OSI rozlišujeme:

- **vertikální komunikaci** – Pří vertikální komunikaci probíhá spojení mezi dvěma **sousedními** vrstvami v rámci jednoho uzlu. Platí pravidlo, že nižší vrstva zprostředkovává služby vyšší vrstvy, a naopak vyšší vrstva využívá služby nižší vrstvy. Data prochází mezi jednotlivými vrstvami a každá vrstva přidá svoji hlavičku tak, aby bylo možné datům porozumět i v jiném uzlu [8],
- **horizontální komunikaci** – Pří horizontální komunikaci probíhá propojení mezi dvěma **rovnocennými** vrstvami v propojených uzlech. Typ komunikace je kromě fyzické vrstvy (kde je fyzické propojení) vždy logické, protože nemají žádné pevné propojení. Každá vrstva má svou jednotku komunikace označovanou jako

PDU (protocol data unit). Horizontální komunikace je postavená na protokolech (pravidlech) [8].

2.4.2 Princip komunikace mezi párovými systémy

Komunikace mezi dvěma systémy je vyvolána odesílatelem. Model při odesílání dat začíná pokaždé v aplikační vrstvě (počátek inicializovaný příkazem). Data pokračují po jednotlivých vrstvách až na konec fyzické vrstvy, která je vyšle do sítě systému příjemce. Systém příjemce obdrží na fyzické vrstvě data a zpracovává je chronologicky směrem nahoru [1, s. 46].

„Každá vrstva v průběhu odesílání obaluje data dalšími informacemi, zatímco při přijímání dat se tato data používají a odebírají.“ [1, s. 45]

Protokoly na úrovních jednotlivých vrstev mezi partnerskými zařízeními musí být identické, ale pro přesun mezi jednotlivými vrstvami uvnitř obou systému nejsou definovány a mohou proto podléhat změnám [1, s. 46].

Obr. 4: Komunikace mezi párovými systémy [Upraveno dle 1]

2.4.3 Popis vrstev referenčního modelu OSI

Referenční model OSI od společnosti ISO se skládá ze sedmi vrstev (fyzická, linková, síťová, transportní, relační, prezentační a aplikační). Přesnou specifikaci jednotlivých vrstev najdeme v tab. 1 [6].

Tab. 1: Specifikace vrstev referenčního modelu OSI [Upraveno dle 1]

<table>
<tr><th>Vrstva</th><th>PDU</th><th>Zařízení</th><th>Orientace</th><th>Vztah</th></tr>
<tr><td>Fyzická</td><td>Bity</td><td>Opakovač (repeater) a rozbočovač (hub)</td><td rowspan="3">Vrstvy orientované na přenos dat</td><td rowspan="4">Hardware</td></tr>
<tr><td>Linková</td><td>Rámce</td><td>Přepínač(switch) a most (bridge)</td></tr>
<tr><td>Síťová</td><td>Pakety</td><td>Směrovač (router)</td></tr>
<tr><td>Transportní</td><td>Segmenty nebo datagramy</td><td>Porty TCP a UDP</td><td>Přizpůsobovací vrstva</td></tr>
<tr><td>Relační</td><td>Data</td><td>-</td><td rowspan="3">Vrstvy orientované na podporu aplikací</td><td rowspan="3">Software</td></tr>
<tr><td>Prezentační</td><td>Data</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Aplikační</td><td>Data</td><td>Brána (Gateway)</td></tr>
</table>

Fyzická vrstva bez ohledu na význam zprostředkovává přenos jednotlivých bitů komunikačním kanálem. Data ve vrstvě proudí v podobě log 1 a log 0, kde je pomocí nich reprezentován fyzický signál. Hardware definuje tuto vrstvu například z hlediska rychlosti přenosu signálu a tvaru konektorů [7].

Linková vrstva má za úkol zajištovat bezchybný přenos rámce k uzlům v dosahu svého přenosového média. Principem je, že vytváří rámec, který obsahuje, jak přenášená data, tak i informace o adresování a zabezpečení proti chybám. Linková vrstva tedy zajišťuje synchronizaci na úrovni rámců, popřípadě i spolehlivost. Řídí tok, aby nedocházelo k přehlcení příjemce a řídí přístup ke sdílenému médiu, kterým se snaží chránit před kolizemi [7].

Síťová vrstva zajišťuje směrování trasy paketu a adresaci v rámci sítí. Cesta probíhá od zdroje k cíli, kde mezi nimi je několik mezilehlých prvků. Přenosová cesta se buď dynamicky vyvíjí pří průchodu paketu v síti nebo se na počátku spojení vytvoří virtuální cesta [7].

Transportní vrstva zajištuje bezchybný přenos a definuje protokoly pro strukturované zprávy. Přijímá data z relační vrstvy, rozděluje je na pakety a při každém přístupu na síťovou vrstvu je přenáší. V případě chyby přenos dat opakuje [7].

Relační vrstva má nejmenší vytížení ze všech vrstev. Spravuje komunikaci(relaci) mezi koncovými stanicemi. Její funkce je zaměřená na správu, přihlašování a zabezpečení (práva, hesla a omezení) [7].

Prezentační vrstva převádí formát dat do jednotné podoby přístupné pro celou síť. Zajištuje například kódování a transformování dat do původního tvaru. Prezentační vrstva dává datům význam a smysl [7].

Aplikační vrstva řeší rozhraní k vlastnímu programu. Zahrnuje způsoby, jak aplikace komunikují se sítí. Aplikační vrstva neřeší problematiku síťových technických prostředků. Její představení najdeme v aplikacích k příkladu FTP a Telnet [5].

2.5 Architektura TCP/IP

Z referenčního modelu ISO/OSI vychází stručná architektura TCP/IP (navrhnutá z požadavků z praxe). Její původní uplatnění bylo pro ministerstvo obrany v USA jako komunikační protokol v rámci ARPANETU. Uplatňuje se zejména v heterogenních (nestejnorodých) sítích např. internet. Dnešní architekturu chápeme jako celosvětový, volně dostupný standard a je podporována ve valné většině dnešních operačních systémů. Architektura nerozlišuje topologie (hvězda, kruh, …), velikosti sítí (MAN, LAN, ...) či přenosová média (metalický, optický a koaxiální kabel) [7].

Architektura nese myšlenku nespolehlivých nižších vrstev ISO/OSI modelu a spolehlivost přenechává na vyšších vrstvách [7].

Architektura TCP/IP se skládá ze čtyř vrstev:

- aplikační vrstvy (např. e-mail a přenos souborů),
- transportní vrstvy,
- síťové vrstvy,
- vrstvy síťového rozhraní [7].

Tab. 2: Referenční model ISO/OSI a architektura TCP/IP [Vlastní zpracování dle 7]

OSI	TCP/IP	Aplikace a protokoly						
7. Aplikační 6. Prezentační 5. Relační	Aplikační vrstva	Telnet	FTP	TFTP	SMTP	RIP	DNS	Ostatní
4. Transportní	Transportní vrstva	TCP			UDP			
3. Síťová	Síťová vrstva	IP	ICMP			ARP		RARP
2. Linková 1. Fyzická	Vrstva síťového rozhraní	Token ring		Ethernet		jiné typy protokolů		

Protokoly z TCP/IP se řídí pouze třemi nejvyššími vrstvami. U nejnižší vrstvy (vrstva síťového rozhraní) se počítá s tím, že se využijí takové přenosové mechanismy, které jsou k dispozici. Může se jednat například o Ethernet, LTE atd. Síťová vrstva, transportní vrstva a aplikační vrstva pracují na stejné bázi jako u ISO/OSI modelu [9].

Název TCP/IP je složen ze dvou velmi důležitých protokolů TCP a IP. TCP protokol zajištuje vytváření spojení a jejich následnou funkci mezi systémy. IP protokol definuje formát paketu při přenosu. Dalším známým protokolem je UDP, který popisuje nespojovanou komunikaci [9].

2.6 Ethernet

Ethernet je jedna z nejrozšířenějších technologií pří budovaní LAN sítí a realizuje tak vrstvu síťového rozhraní. Ethernet vděčí své oblíbenosti díky jednoduchosti a nízké ceně při implementaci. Díky tomu dokázal vytlačit své konkurenty (Token ring, Fddi atd.). Ethernet pracuje na bázi sběrnicové topologie. Princip sběrnicové topologie je, že sdílí médium, kdy současně může vysílat jedna stanice a ostatní budou naslouchat. V případě, že bude vysílat současně více stanic, dochází ke kolizi. Tento problém se snaží řešit algoritmus CSMA/CD (viz. obr. 5) [11].

Obr. 5: Princip algoritmu CSMA/CD [Upraveno dle 12]

„V současné době je Ethernetové rozhraní s konektorem RJ-45 pro kroucenou dvojlinku standardním síťovým rozhraním prakticky všech notebooků, netbooků i základních desek běžných stolních počítačů" [11].

Dynamický vývoj sítě způsobil, že na Ethernet se kladly větší nároky z hlediska rychlosti. Proto dnes rozlišujeme několik verzí ethernetu. Dnešní nejpoužívanější verzí je Ethernet o rychlosti 1Gbit/s (kontinenty Amerika, Asie a Evropa) a 100 Mbit/S (Afrika) [11].

2.6.1 Vývoj rychlosti Ethernetu

Úspěšnost ethernetu by nebyla bez neustálého zdokonalováni prvků. Přes koaxiální kabel ke kroucené dvojlince až k následným optickým kabelům. Komerční verze ethernetu nalezneme na obr. 6 [10].

První Ethernet 1 Mbit/s

- Základní princip Ethernetu a otevření cesty pro kroucené dvojlinky

Klasický Ethernet 10 Mbit/s

- Původní varianta standardu. Definování pro koaxiální kabely, kroucené dvojlinky a optické vlákno.

Fast Ethernet 100 Mbit/s

- Přebírá maximum prvků původního Ethernetu (algoritmus CSMA/CD, formát rámce atd.) tak, aby urychlila vývoj a snížila cenu. Dnes je považována za základní, nejvíce rozšířenou verzi Ethernetu. K dispozici pro optická vlákna a kroucenou dvojlinku

Gigabitový Ethernet 1 Gbit/s

- Přebírá opětovně co nejvíce prvků z původního Ethernetu. Prvně navržena pro optická vlákna IEEE 802.3z později i pro kroucenou dvojlinku IEEE 802.3ab. V praxi se gigabitový Ethernet používá přepínaně s plným duplexem.

Desetigigabitový Ethernet 10 Gbit/s

- Posledni standardizovaná verze. V roce 2003 navržen pro optická vlákna IEEE 802.3ae. Standard zahrnuje stejný formát rámce naproti tomu, algoritmus CSMA/CD byl opuštěn. Tento typ Ethenetu pracuje vždy plně duplexně. V roce 2008 specifikován i pro kroucené dvojlinky IEEE 802.3an.

Budoucnost Ethernetu 40, 100, 400, 1000 Gbit/s

- Alternativní koncepce rychlostí. Světový výrobci síťových komponentů představili v období 2007 až 2012. V roce 2013 byla vytvořena pracovní skupina IEEE 802.3 pro Ethernet o rychlosti 400 Gbit/s

Obr. 6: Vývoj rychlosti Ethernetu [Upraveno dle 10]

2.7 Aktivní prvky

Aktivní prvky sítě jsou určeny k propojování počítačových sítí. Aktivní prvek sítě chápeme jako aktivní působení na přenášený signál (modifikace, zesilování atd.). Do skupin aktivních prvku patří repeater, hub, bridge, switch nebo router. Patří sem i síťová karta či VPN server [15].

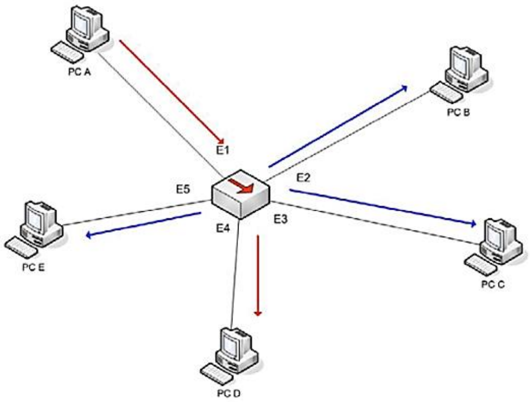
2.7.1 Repeater (Opakovač)

Jedná se nejjednodušší aktivní prvek. Používá se tam, kde vzdálenost kabelových segmentů je natolik vysoká, že dochází ke zkreslení a oslabení přenášeného signálu. Repeater přijímá signál (jednotlivé byty) na úrovni fyzické vrstvy (neví, kam jdou, co

znamenají a jaký čin budou vykonávat). Signál zbavuje od vlivu zkreslení, následně ho zesílí a pošle dál [13].

Princip repeateru

Počítač A chce komunikovat s počítačem D. Přesnou trasu nedokáže určit, proto vezme signál a rozešle jej na ostatní segmenty (porty). Pokud je na stejném segmentu více zařízení vzniká kolize [14].



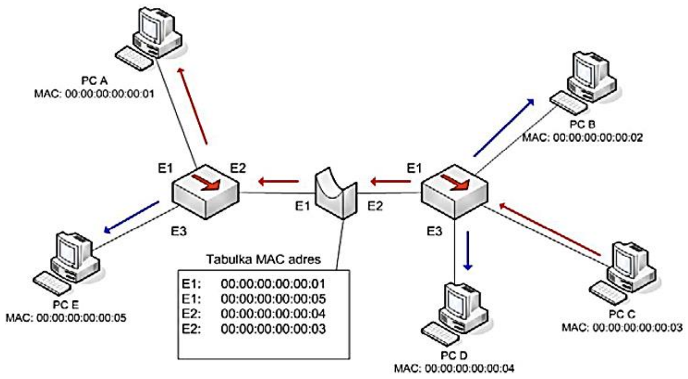
Obr. 7: Princip duplikovaní signálu pomocí HUB [Převzato ze 14]

2.7.2 Bridge (Most)

Bridge se využívá k propojení více lokálních sítí. Dokáže také vyřešit problém s délkou segmentu a snížit zatížení sítě (rámec není rozesílán po celé propojené síti). Dnes se Bridge moc nevyužívá nahrazují jej aktivní prvky switch, který je mnohokrát výkonnější. Bridge pracuje na linkové vrstvě [13].

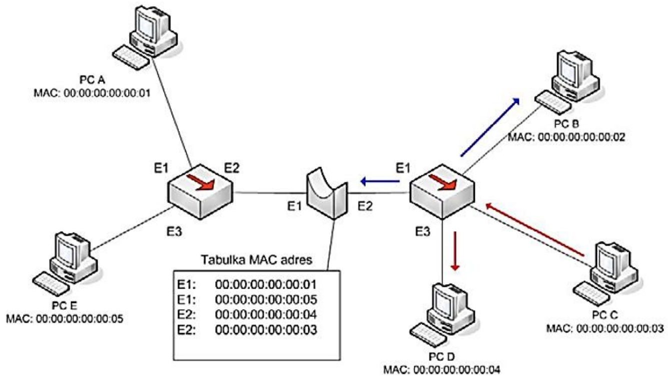
Princip bridge

Stanice PC C chce komunikovat se stanicí PC A. Bridge zde není využíván, stanice se v obr. 8 nachází v jiných segmentech sítě [14].



Obr. 8: Posílaní dat do jiného segmentu sítě přes bridge [Převzato ze 14]

Stanice PC C chce komunikovat se stanicí PC D. Bridge omezí provoz v rámci segmentu, kde se nachází obě stanice [14].



Obr. 9: Omezení komunikace s bridgem v rámci segmentu [Převzato ze 14]

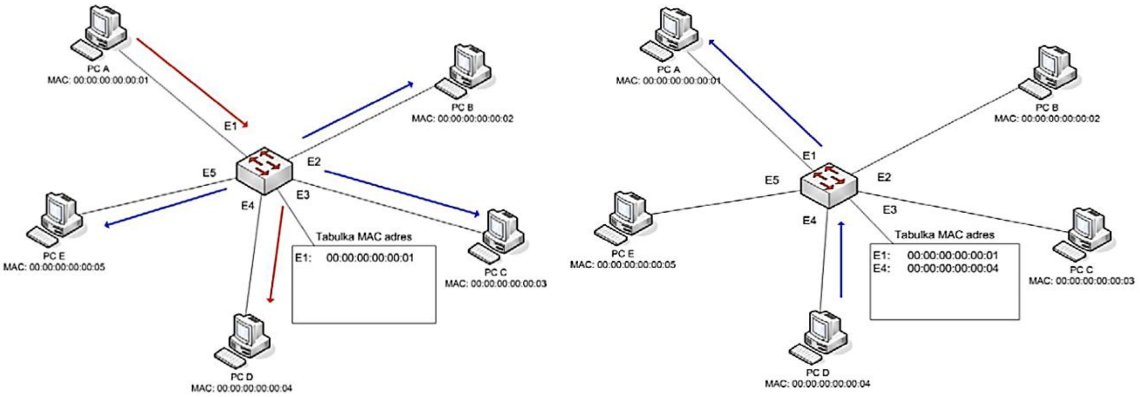
2.7.3 Switch (přepínač)

Pracuje na podobném principu jako HUB s tím rozdílem, že obsahuje více přípojných bodů (portů). Přepínač naslouchá na svých portech a monitoruje provoz. Přepínač se učí zdrojové MAC adresy a udržuje převodní tabulky mezi porty a MAC adresami připojených zařízení [13].

Přepínač se učí tak, že pokaždé, když obdrží rámec, tak jej následně porovná s cílovou adresou a adresou již naučenou v tabulce záznamů (MAC2Port). V případě, že se zde MAC adresa nenachází přepošle rámec na všechny propojené porty, kromě portu odkud přišla zpráva [14].

Princip switche

Stanice A chce komunikovat přes switch se stanicí D. V tabulce záznamu MAC adresy se nenachází žádný údaj, proto je zaslán všem stanicím. Switch ukládá MAC adresu odesílatele. Stanice D odpovídá stanici A. Switch ukládá adresu příjemce a zasílá na MAC adresu odesílatele [14].



Obr. 10: Učení MAC adres a ukládání do tabulky MAC2Prot (vlevo) a odpověď příjemce (vpravo)

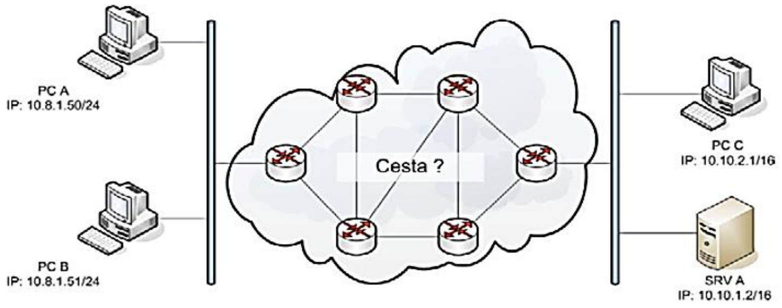
[Převzato ze 14]

2.7.4 Router (Směrovač)

Router shromažďuje informace o veškerých připojených prvcích a zná tak celkovou topologii sítě. Pracuje na úrovni síťové vrstvy. Hlavní práci routeru je vybrat nejvhodnější cestu pro zaslání paketu, kdy cesta mezi adresátem a příjemcem může být vázána přes několik jiných sítí [13].

Princip routeru

Detekování cesty zajišťuje router tak, že má v sobě zavedený inteligentní filtrování a směrování paketu pomocí IP adres [14].



Obr. 11: Určování nevýhodnější cesty k cílů [Převzato ze 14]

2.8 Komunikační infrastruktura

Komunikační infrastruktura je soubor technických prostředků, které zprostředkovávají komunikaci mezi systémy. Její podobu můžeme najít v reálném světě. Pod komunikační infrastrukturou si můžeme představit silnici mezi městy. V reálném světě neexistuje pouze samotná silnice, samotná silnice v sobě nese plno prvků (semafory, dopravní značky atd.) stejně tak i komunikační infrastruktura obsahuje plno prvků (kabely, konektory, rozvaděče atd.). Označovaná množina prvků tvoří celek nazývaný kabelážní systém. Do komunikační infrastruktury patří také aktivní prvky, které jsme předminulé kapitole zmínili [16, s. 8].

Kabelážní systém můžeme rozdělit do dvou skupin:

- **jednoúčelové** – Aplikovány pro jeden typ přenosu například telefonní rozvody,
- **univerzální** – Určené pro širokou aplikační množinu. Technicky označována jako strukturovaná kabeláž. Princip takových kabelážních systému umožňuje propojit cokoliv s čímkoliv [16, s. 9].

2.8.1 Normy pro komunikační infrastrukturu

Kabelážní systém je zřízen normami, které definují pravidla při jeho budovaní a správě. Jelikož projekt je budován na území České republiky, tak jsou závazné normy:

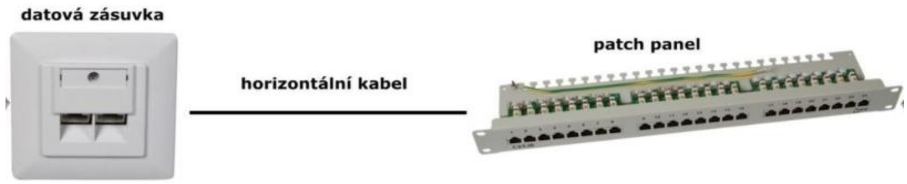
- **ČSN EN 50173-1/6** - Norma je členěná na 6 častí, zabývá se všeobecnými požadavky, kancelářskými, průmyslovými, obytnými prostory, datovými centry a distribucemi služeb v budovách [16, s. 14],

- **ČSN EN 50174-1/3** - Norma je členěna do 3 částí. Specifikace a zabezpečení kvality, plánování instalace a postupy instalace v budovách, projektová příprava a výstavba vně budovy [16, s. 14].

2.8.2 Definice odborných pojmů

Linka (Link)

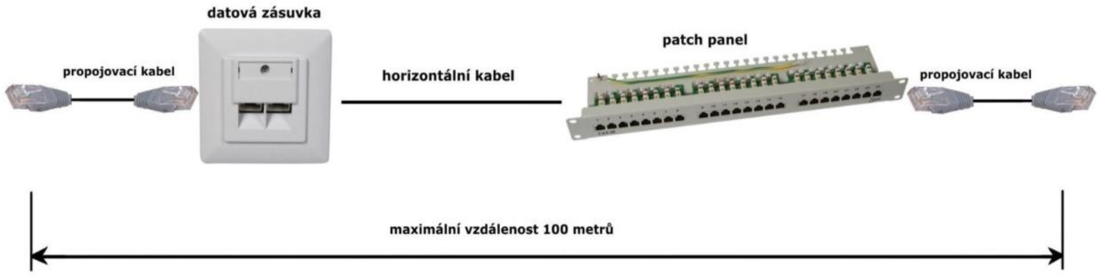
Linka propojuje konektor v přepojovacím panelu (patch-panel) s konektorem v datové zásuvce. Obecně lze říct, že obsahuje všechny prvky v horizontální sekci, které přenáší signál mezi libovolnými rozhraními kabeláže. Linka nesmí být delší než 90 metrů. Vzdálenost není vázána k délce kabelu, ale k délce elektrického vedení [16, s. 27].



Obr. 12: Definice linky [Převzato ze 20]

Kanál (Channel)

Kanál je složen z linky, pracovního vedení (propojovací kabel zařízení v datovém rozvaděči) a připojovacího kabelu pracoviště. Kanál nesmí být delší než 100 metrů. Vzdálenost není opět vázaná k délce kabelu, ale k délce elektrického vedení (to v případě kroucené dvojlinky je razantně menší) [16, s. 27].



Obr. 13: Definice kanálu [Převzato ze 20]

Celková délka kanálu je 100 metrů při němž délka linky (datového kabelu) nesmí přesáhnout 90 metrů a dalších 10 metrů je vyčleněno pro propojovací kabely se zařízením (nalevo si představíme propojení s PC a napravo se switchem) [16, s. 27–28].

Třída (Class)

Třída hodnotí parametry nainstalovaného celku. U metalické kabeláže je kritériem hodnocení maximální frekvence přenosu. U optického přenosu je to měrný útlum [16, s.15].

Cat. (Kategorie)

Kategorie klasifikuje jak mechanické, tak i přenosové požadavky materiálu na linku a kanál. Kritéria klasifikace jsou opět stejné jako u třídy [16, s.15].

Tab. 3: Třída a kategorie metalické kabeláže [Upraveno dle 19]

Třída	Kmitočet	Kategorie	Určení
A	Do 100kHz	1	Protokoly s nízkou rychlostí (směrové signály, přenos hlasu) např. analogový telefon.
B	Do 1 MHz	2	ISDN base terminál
C	Do 16MHz	3	Ethernet 10 Mbit/s
-	Do 20 MHz	4	Token Ring 16 Mbit/s
D	Do 100 MHz	5	FE, ATM155, GE
E	Do 250 MHz	6	ATM1200
EA	Do 500 MHz	6A	10 GE
F	Do 600 MHz	7	10 GE
FA	Do 1000 MHz	7A	10 GE a dále

2.9 Univerzální kabelážní systém

Podnikový kabelážní systém musí být schopen podporovat širokou škálu aplikací. Proto dle normy ČSN EN 50173-1 patří do univerzálního kabelážního systému. Univerzální kabelážní systém se děli na tři podsystémy, které jsou vzájemně propojený [16, s. 9–14].

2.9.1 Páteřní sekce

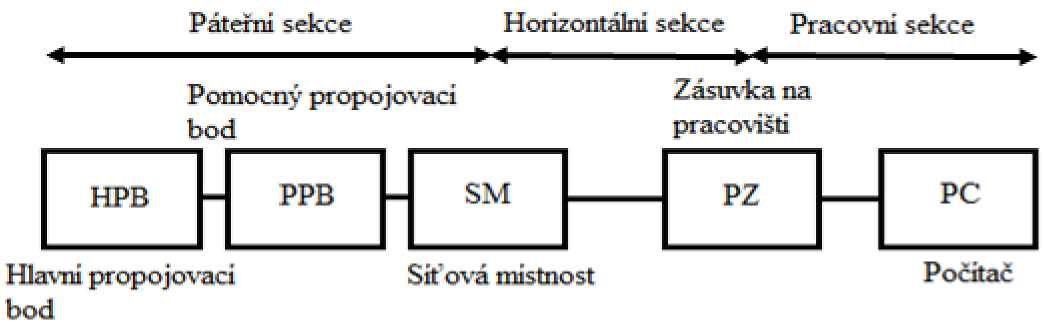
Páteřní sekce má topologii typu hierarchická hvězda s možností doplnění dalších volitelných kabelu a uzlů. Páteřní provedení zahrnuje kabeláž propojující hlavní datový rozvaděč s jednotlivými komunikačními uzly, které jsou fyzicky provedeny v datovém rozvaděči. Komunikační trasy mohou být v optickém nebo metalickém provedení s možností vytvoření redundantní trasy (záložní trasy). Redundantní trasa nám zajistí v případě výpadku hlavní trasy její nahrazení [16, s. 24].

2.9.2 Horizontální sekce

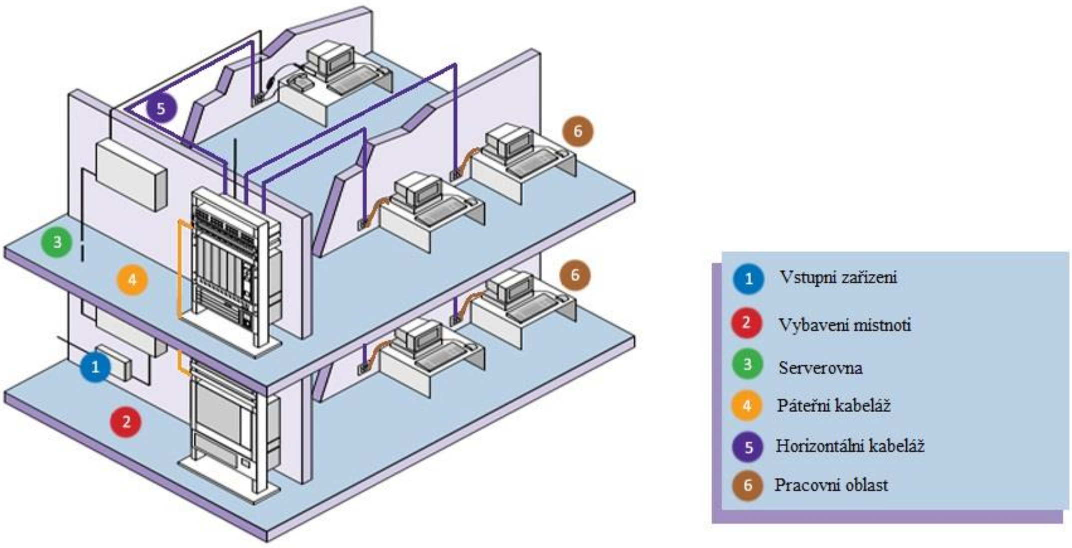
Zahrnuje kabeláž propojující datový rozvaděč (zakončení patch panelu) s datovou zásuvkou na pracovišti. Horizontální sekce je vždy topologie hvězdy, kdy délka linky nesmí přesáhnout 90 metrů. V případě metalického vedení rozlišujeme stíněné nebo nestíněné provedení, kdy jsou konce linky zakončeny konektorem RJ-45 [16, s. 21].

2.9.3 Pracovní sekce

Pracovní sekce nemá vlastní topologii. Pouze prodlužuje linku horizontální či páteřní. Zahrnuje kabeláž propojující datovou zásuvku s koncovým zařízením nebo propojující porty v patch panelu s aktivními prvky v datovém rozvaděči. Pracovní sekce může být provedena v metalickém nebo optickém provedení. V případě metalického provedení musí být vodič typu lanko (lepší odolnost a manipulace). Kabely s typem vodiče drát nelze pro tyto účely používat. Na obou koncích kabelu jsou ukončeny plugem RJ-45. Pro tyto účely je vhodné používat manuálně testované výrobky s integrovanou mechanickou ochranou s označované jako Patchcord [16, s. 23].



Obr. 14: Blokové schéma sekcí univerzálního kabelážního systému [Upraveno dle 23, s. 33]



Obr. 15: Sekce kabelážního systému rozkládající se vnitru budovy [Upraveno dle 25]

2.10 Dělení komunikační infrastruktury podle přenosového prostředí

Přenosové prostředí zprostředkovává přenos signálu mezi uzly. Podle prostředí rozlišujeme tři typy, to jsou:

- **metalické** – měděný vodič, kde přenos signálu je vyjádřen pomocí rozdílných potenciálů vodičů,
- **optické** – signál je zprostředkováván pomocí světelného impulsu, ve kterém jsou zakódována data,
- **bezdrátové** – signál je přenášen na základě elektromagnetických vln [24, s. 11].

2.10.1 Metalická kabeláž

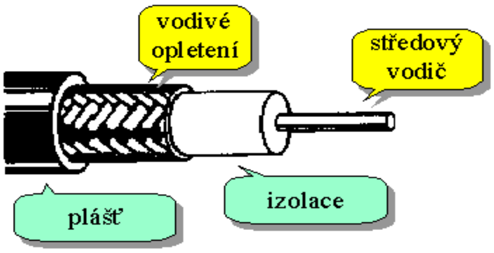
Metalické vedení dělíme na koaxiální a párové kabely. Univerzální kabelážní systém používá nejčastěji párové kabely s kroucenými páry. U koaxiálních kabelů je princip pro dnešní moderní sítě už zastaralý [16, s. 31].

Tab. 4: Charakteristiky metalické kabeláže [Upraveno dle 20]

Konstrukce kabelu		Nejpoužívanější pláště kabelu		Izolace vodiče	
Provedení drát	Pro instalaci pevných rozvodů.	**PVC**	Polyvinylchlorid uvolňuje při požáru hustý dým, který obsahuje jedovaté prvky.	**PE**	Polyethylen
Provedení lanko	Pro propojovací kabely k připojení periferií nebo propojení rozvodů v datovém rozvaděči.	**LSZH**	U Low smoke zero halogen při hoření nevzniká jedovatý halogen.	**FEP**	Fluorinated ethylene propylene

Koaxiální kabely

Obsahuje dva vodiče. Uprostřed se nachází vodič (provedení drát), obklopen dielektrickou pěnovou izolací, která je opletena druhým vodičem (provedení lanko). Oba vodiče jsou obklopeny izolačním pouzdrem, které je buď z PVC nebo teflonu. Opletení je tu proto, aby chránilo jádro vodiče před vlivem vnějšího elektromagnetického pole. Samotný přenášený signál je reprezentován napětím mezi oběma vodiči neboli rozdílným potenciálem obou vodičů [22].



Obr. 16: Vnitřní stavba koaxiálního kabelu [Převzato ze 22]

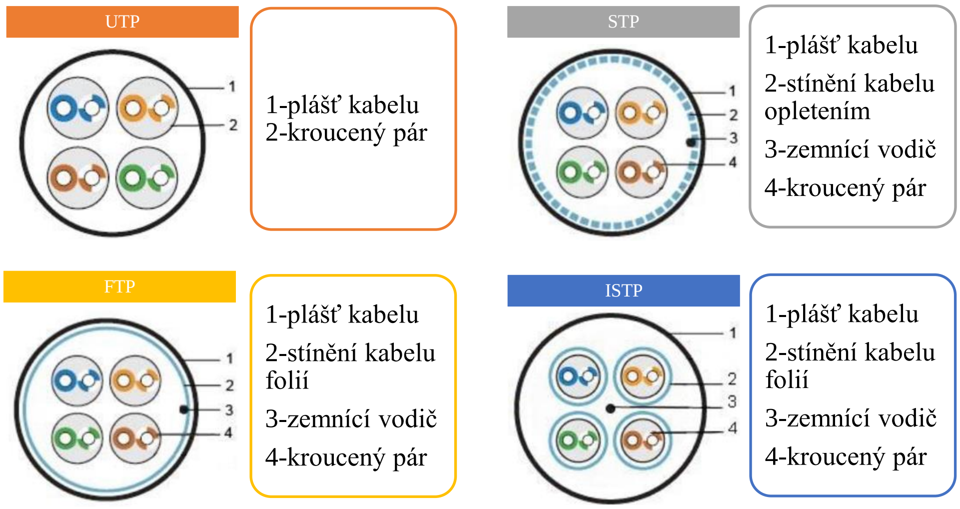
„Proč se ale tomuto druhu kabelu vlastně říká „koaxiální"? V doslovném překladu to znamená „souosé" (co-axiální), a je to proto, že osy obou vodičů splývají a prochází geometrickým středem kabelu.“ [22]

Párové kabely

Párové kabely jsou nejčastěji tvořeny osmi samostatně izolovanými stočenými vodiči tvořící čtyři páry, které jsou uloženy do vnější plastové izolace. Každý pár je zvlášť kroucený s různou hodnotou zákrutu. Kromě kroucení jednotlivých párů, jsou krouceny samostatné páry vůči sobě. Díky tomu předcházíme vzájemnému rušení a ovlivňování vodičů, a tím jsou zlepšeny elektromagnetické vlastnosti kabelů (minimalizace přeslechu a interakce okolí, tj. vyzařovaní elektromagnetického záření a jeho příjem z okolí) [24, s. 11].

Typy párových kabelů:

- **UTP –** nestíněný párový kabel, kdy každý pár je zapouzdřen do vlastní izolace. Zakončením kabelu je nejčastěji konektor RJ-45. Jedná se o nejpoužívanější kabel v síti LAN [20],
- **STP –** stíněný párový kabel. Podobný princip jako UTP akorát všechny páry jsou zabaleny do opletení. Účinnost stínění je 86 % [20],
- **FTP** – podobný princip jako UTP, ale všechny páry jsou zabaleny do fólie. Účinnost stínění 100 % [20],
- **ISTP** – kroucené páry se samostatným stíněním. Časté provedení je, že stínění páru je pomocí fólie a celkový kabel opletením [20].

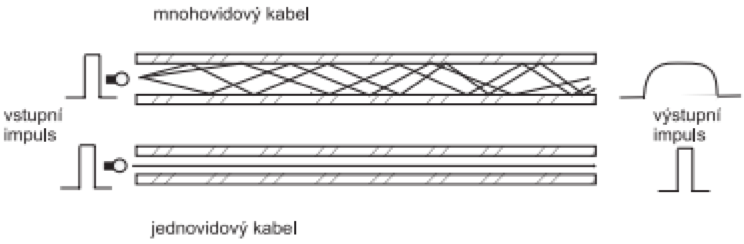


Obr. 17: Vnitřní stavba UTP, STP, FTP a ISTP kabelu [Vlastní zpracování dle 20]

Data v optickém kabelu jsou přenášena světelnými impulsy ve světlovodivých vláknech. Optická vlákna se skládají ze dvou základních částí, jádra a odrazové vrstvy, které dále mohou být doplněny primární a sekundární ochranou (těsnou a volnou) [16, s.109–113].

Vedení paprsku v optickém vlákně dělíme na:

- **jednovidové (SMF) -** v jednovidovém optickém vláknu je index lomu mezi jádrem a pláštěm optického vlákna velice malý, proto může procházet pouze jeden paprsek (fyzikálně vid). Tyto vlákna mají obecně lepší přenosové vlastnosti (vyšší kapacita a vzdálenost přenosu na rozdíl od mnohovidových) v desítkách kilometrů [24, s. 15],
- **mnohovidové (MMF) –** v mnohovidových optických vláknech vstupuje do vlákna více vidů. Všechny vidy se šíří stejnou rychlostí, ale délka jejich dráhy se liší. Na konci trasy dochází vidy v různých časech, což způsobuje zkreslení signálu. MMF vlákna mají horší přenosové vlastnosti. Jejich uplatnění najdeme v kratších vzdálenostech, kde se minimalizují přeslechy [24, s. 15].



Obr. 18: Šíření světelného vidu jednovidovém a mnohovidovém optickém kabelu [Převzato ze 24, s. 15]

2.10.3 Bezdrátové prostředí

Vysílání informací šířících se jakýmkoliv prostředím (vzduch čí vakuum) se děje pomocí elektromagnetického pole neboli rádiových vln, na kterém se data zprostředkovávají pomocí modulace vlnění (amplitudová, frekvenční a fázová modulace) [23, s. 240].

Wi-Fi

Tato technologie využívá sady protokolů pro bezdrátový přenos. Wi-Fi zajišťuje bezdrátové připojení zařízení k síti. Síť je možné realizovat na frekvenčním pásmu 2,4 GHz nebo 5 GHz. Při frekvenčním pásmu 2,4 GHz je síť možno realizovat bez omezení. U 5 GHz pásma je síť regulována pravidlem Českého telekomunikačního úřadu. Wi-Fi podléhá standardům komise IEEE 802.11 [24, s. 38–39].

Tab. 5: Definice standardu podle pásma a přenosové rychlosti [Upraveno dle 23, s. 247]

Standard	Pásmo (GHz)	Maximální přenosová
802,11	2,4	2 Mb/s
802.11b	2,4	11 Mb/s
802.11a	5	54 Mb/s
802.11g	2,4	54 Mb/s
802.11n	2,4 nebo 5	600 Mb/s
802.11ad	60	6,76 Gb/s
802.11ac	5	6,93 Gb/s

Tab. 6: Maximální dosah standardů [Upraveno dle 24, s. 39]

Standard	Dosah (m)
802.11a	Maximální délka 15000
802.11b	25 až 100
802.11g	25 až 100

2.11 PRVKY INFRASTRUKTURY

Kabelážní systém můžeme kromě dělení na přenosová média dělit na další čtyři skupiny kabelážních prvků. Jsou to tyto skupiny:

- spojové prvky kabeláže (Connect),
- organizační prvky kabeláže (Manage),
- prvky vedení (Route),
- prvky značení (Identify) [21].

2.11.1 Spojové prvky kabeláže (Connect)

Spojové prvky kabelážního systému slouží pro ukončování kabelážních linek a kabelových tras v pracovních oblastech a rozvaděčích [21].

Datové zásuvky

Horizontální kabeláž není přímo ukončena v zařízení, ale je dovedena do datové zásuvky. Datové zásuvky dělíme na integrované a modulární. Modulární obsahují pouze plastový kryt, do kterého se následně usazují konektory propojené s datovým kabelem. Integrované obsahuji plnohodnotnou datovou zásuvku, do kterého se zapojí datové kabely [20].

Obr. 19: Ukázka integrovaných(vlevo) a modulárních (vpravo) zásuvek [Převzato ze 29]

Konektory

Slouží k ukončení datového kabelu. Existují různé typy konektorů určené pro různé typy patch panelu a datových zásuvek. Nejpoužívanější konektor pro metalickou kabeláž je RJ-45. U optické kabeláže je to LC konektor [20].

Obr. 20: UTP MiniJack RJ-45 cat .5 – černý (vlevo) a FO LC MM duplex adapter – černý (vpravo) [Převzato ze 28]

Patch-panely (přepojovací panel)

Patch panel patří k základnímu vybavení každého datového rozvaděče. Přepojovací panel se skládá z portů. Pomocí portů v přepojovacím panelu a přepojovacích kabelů je možné propojit horizontální linku a nasměrovat tak služby síťových zařízení do datových zásuvek (připojení počítače, tiskárny a atd. do datové sítě). Přepojovací panely dělíme na integrované (pevně daný počet portů) a modulární (libovolné typy a počty portů) [20].

Obr. 22: Integrovaná patchpanel [Převzato ze 26] **Obr. 21: Modulární patchpanel** [Převzato ze 27]

2.11.2 Organizační prvky kabeláže (manage)

Organizační prvky kabelážního systému slouží k uspořádání jednotlivých kabelážních sekcí [21].

Datové rozvaděče (rack)

Datový rozvaděč představuje rozvodný uzel, ve kterém jsou umístěny prvky konektivity IKS, prvky organizace kabeláže, aktivní prvky IKS, záložní zdroje (UPS) a další potřebná zařízení. Datové rozvaděče jsou klasifikovány podle šířky, výšky a hloubky. Šírka je ustálená v rozměrech 10“, 19“, 21“, 23 (jedná se o vnitřní šířku rozvaděče a nejpoužívanější je 19“). V případě výšky se počítá množství jednotek (zařízení), které mohou být umístěna do datového rozvaděče. Jedna montážní jednotka je označována jako jeden junit (44,5mm), což představuje 3 otvory ve svislém nosníku. Standardizované výšky jsou 4, 6, 9, 12, 15, 18, 22, 27, 32, 37, 42, 45U. Z hlediska hloubky existuji různé rozměry nejpoužívanější jsou 400 mm, 600 mm, 800 mm, 900 mm a 1000 mm [20].

Rozlišujeme nástěnné a stojanové datové rozvaděče, avšak oba mohou být otevřenou nebo uzavřenou rámovou konstrukcí [20].

Obr. 23: Ukázka nástěnných(vlevo) a stojanových (vpravo) datových rozvaděčů [Převzato ze 30]

Organizéry

Organizéry jsou velmi důležitým prvkem v datovém rozvaděči. Dokážou vytvořit systematické uspořádaní kabelů a jejich operativní správu. Organizéry členíme na horizontální a vertikální. Jejich provedení dělíme na uzavřené (horizontální), otevřené (D-ring oka) a případně je možná i jejich kombinace [16, s. 206–210].

Obr. 25: Horizontální organizér D-ring oka
[Převzato ze 31]

Obr. 24: Vertikální organizér hřebenový
[Převzato ze 32]

2.11.3 Prvky vedení (Route)

Univerzální kabelážní systém má být vybudován s myšlenkou pro dlouhodobou životnost a bezpečné vedení kabelu v podlahách, podhledech a ve zdech. Toho lze dosáhnout zlepšením přehlednosti a zvýšením ochrany kabelů případně kabelových svazků. Slouží k tomu prvky vedení. Patří jsem:

- podlahové lišty,
- parapetní žlaby,
- drátěné rošty do podhledu,
- plastové protahovací trubky,
- závěsné ochranné trubky,
- svazovací pásky (suchy zip) nebo svazovací spirály [21].

2.11.4 Prvky značení (Identify)

Značení prvků informačního komunikačního systému je řízeno normou EN 50174 má tři typy značení:

- **identifikační** popisuje jednotlivé prvky IKS,
- **informační** informuje o důležitých skutečnostech,
- **výstražné** varuji před případným nebezpečím [16, s. 284].

Obr. 26: Příklad identifikačního značení(vlevo), informačního značení(uprostřed) a výstražného značení (vpravo) [Převzato ze 33]

Podle normy by měly být značeny:

- veškeré kabely, a to minimálně na obou koncích,
- kabelové svazky na koncích, v místě větvení a křížení tras,
- patch panely, zásuvky, ODF a aktivní prvky včetně jejich portů,
- datové rozvaděče včetně sekcí,
- technické místnosti,
- aktivní prvky a jejich porty [16, s. 285].

Veškeré značení by mělo být jednoznačné a čitelné za předpokladu působení všech nepříznivých vnějších vlivu [16, s. 285].

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole se seznámíme se společností ELSTAV O.S., s.r.o., kde bude hlavním úkolem vizualizovat současný aktuální stav společnosti a požadavky investora.

Dílčími kroky bude popsat budovu a seznámit se s organizační strukturou podniku, popsat jednotlivé místnosti a zvažovat jejich roli v síti, a nakonec stanovit kroky(požadavky), které musíme v návrhu zavést.

3.1 Charakteristika společnosti

Návrh počítačové sítě byl prováděn pro středně velkou strojírenskou společnost ELSTAV O.S., s.r.o.

3.1.1 Základní údaje o společnosti

Shrneme si základní informace o společnosti:

- **obchodní firma** – ELSTAV O.S., s.r.o,
- **datum zápisu** - 9. července 1991,
- **sídlo** - nám. 1. května 63/20, 664 34 Kuřim,
- **IČO** – 41539486,
- **spisová značka** – C 51923 vedená u Krajského soudu v Brně,
- **právní forma** – Společnost s ručením omezeným,
- **základní kapitál** - 4 200 000,- Kč,
- **statutární orgán (jednatel) -** Miloslav Bém [17].

3.1.2 Popis analyzované společnosti

Historie

Společnost ELSTAV O.S., s.r.o. byla založena v roce 1991, bývalými pracovníky velké místní strojírenské firmy TOS. V počátcích podnikání se zaměřovala společnost na stavební průmysl. Postupem času přecházeli ke strojírenskému průmyslu [18].

Výrobní program společnosti

- generálními opravami, modernizací a servisem obráběcích a tvářecích strojů, tuzemských i zahraničních firem,
- nákupem a prodejem nových a použitých obráběcích strojů,
- odborné zaškolení personálu zákazníka v oblastech obsluhy stroje, řídících systémů, technologie obrábění a údržby,
- výroba elektrorozvaděčů a dodávky elektrických zařízení na vysoké technické úrovni [17].

Hlavní trhy a zákazníci

Produkty společnosti můžeme najít po celé České republice, ale i v zahraničí [18].

Tuzemští zákazníci

- SECOGROUP Jičín
- TOS Hulín
- KAMAX Turnov
- UNI TOOLS Valašské Meziříčí
- ROKA Teplice

Zahraniční zákazníci

- YOUNG Rakousko
- Železárny Podbrezová
- MAKETEK OY Finsko
- SULZER PUMPS MEXICO, SA de CH
- ATW S.A. POLSKO

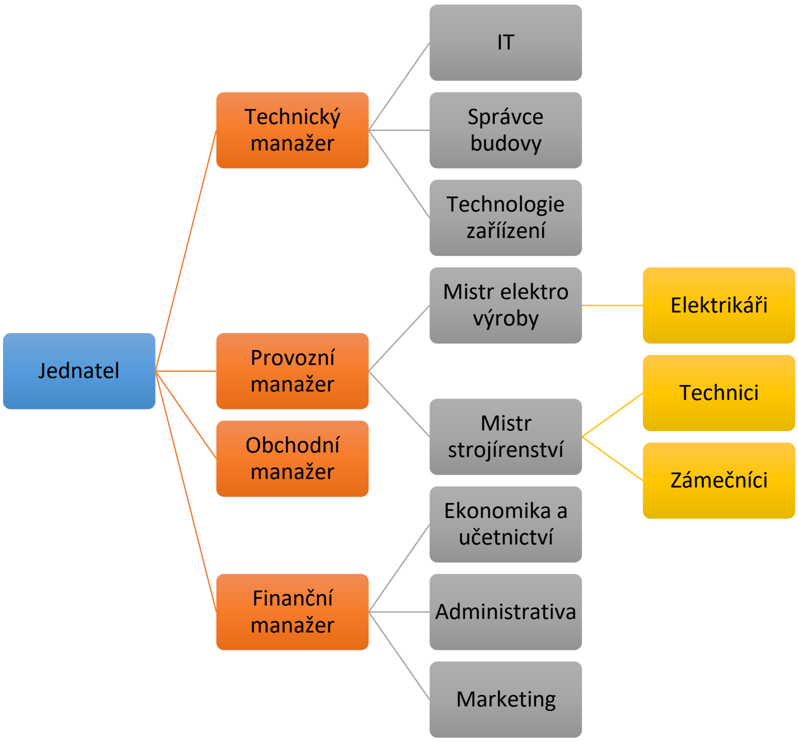
Obr. 27: Příklad tuzemských i zahraničních zákazníků [Upraveno dle 18]

Know-how společnosti

Velmi cenným artiklem, která dělá společnost konkurenceschopnou je obrovské množství náhradních dílu a technických výkresů, které dokáží vytvořit prostředí rychlé analýzy problematiky (např. důvod poruchy zařízení) a následného řešení.

3.1.3 Organizační struktura

V organizační struktuře společnosti má nejvyšší postavení společník, který je zároveň jednatelem společnosti. Organizační struktura společnosti se dále člení na čtyři odvětví. Odvětví jsou technické, provozní, obchodní a finanční. Ve všech odvětvích jsou zástupci. Technické odvětví má za úkol řídit inovace technologií společnosti a starat se o bezpečnostní prvky při práci. Dále zahrnuje správu budovy a IT. Provozní odvětví řídí životní cyklus výroby a je členěn podle specializací. Obchodní větev se zabývá zejména prodejem a odkupem strojů. Finanční větev se zabývá fungováním společnosti z hlediska administrativy a marketingu, dále řeší i legislativní problémy. V případě rozsáhlejších právních situací tyto prvky outsourcinguje.

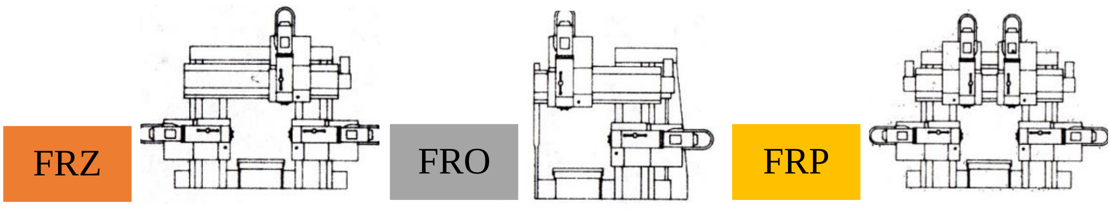


Obr. 28: Organizační struktura společnosti [Vlastní zpracování]

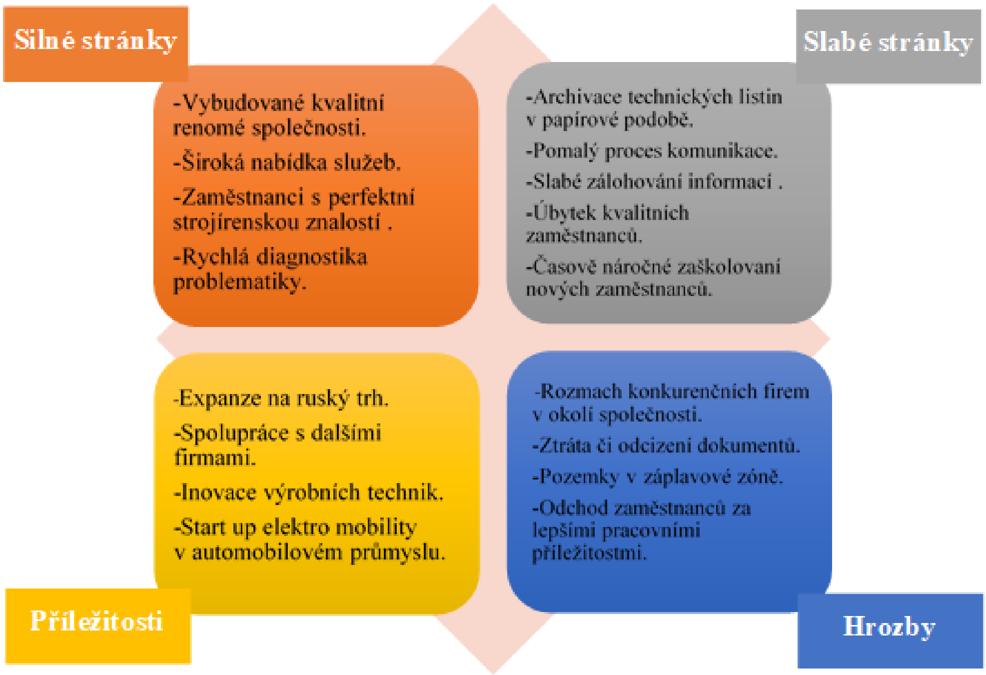
3.1.4 Celkové zhodnocení společnosti pomocí SWOT analýzy

Za dobu své více jak dvacetileté existence si firma vytvořila velmi dobrou pověst na trhu s obráběcími stroji. Elstav o.s. s.r.o. navázal spolupráci s mnoha předními českými firmami jako například ŠKODA a.s. nebo JUNKER s.r.o. Pro ukázku uvádíme výrobky

z produkce společnosti, které nalezneme na webových stránkách společnosti http://www.elstavkurim.cz/ [18].



Obr. 29: Nabídka výrobků [Upraveno dle 18]



Obr. 30: SWOT analýza společnosti [Vlastní zpracování]

3.2 Lokalita

Společnost je situovaná ve městě Kuřim v okrese Brno-venkov v Jihomoravském kraji. Město Kuřim se nachází 14 kilometrů severozápadně od Brna. Žije zde okolo 11000 obyvatel. Město je známo svoji průmyslovou rozmanitostí.

3.3 Analýza budov společnosti

Společnost se skládá ze dvou budov, skladu a sídla s výrobní halou. Budovy se nenachází na stejné parcele. Sklad se nachází na druhém konci města v bývalém JZD, kde jsou náhradní díly. Veškeré vedení, archiv s technickými výkresy a výroba se nachází v sídle společnosti (ve středu města).

Obr. 31: Umístění budov [Upraveno dle 36]

3.3.1 Značení budov a místností

Sídlo s výrobní halou budeme označovat **A**. **Sklad** označíme písmene **B.** V našem projektu budeme značit místnosti v budovách následovně:

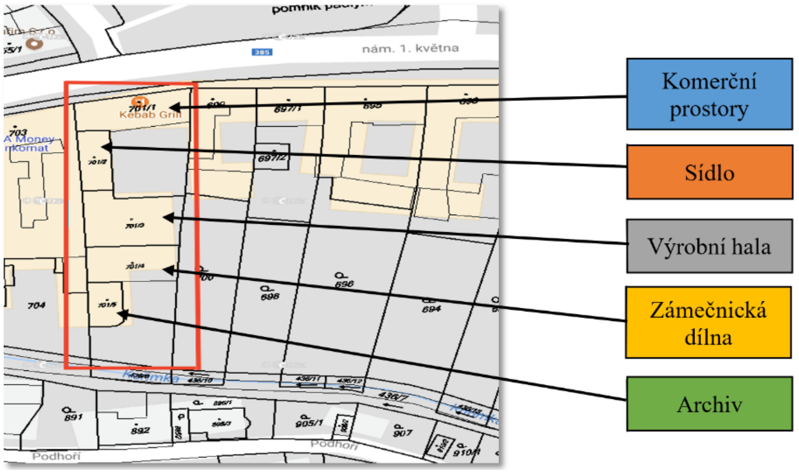
- **značení místností** – typ budovy(A), patro budovy(B) a místnost v budově (C) – A B.C–B 1.1.

Např. B 1.1 je zkratka pro místnost umístěnou v budově skladu, kde se uskladňují oběžná aktiva. Dále k upřesnění budeme používat označení pro patra. Přízemí označíme jako 1. NP (nadzemní podlaží) a další patra budeme dekadicky přičítat k NP.

3.3.2 Členění budov společnosti

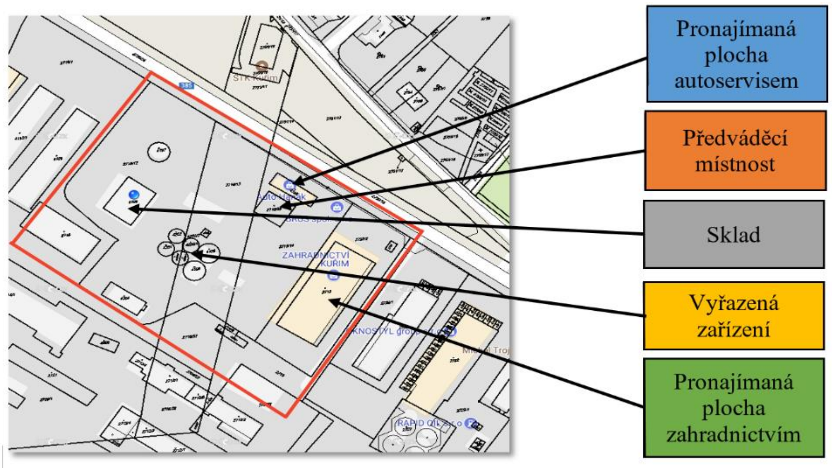
První část počítačové sítě by byla realizována v budově A o velikosti 1899 m^2. Budova je zde rozdělena na sídlo společnosti (komerční prostory, kanceláře a vedení společnosti)

a výrobní halu (archiv, zámečnická dílna, montážní hala a lakovna). Jedná se o bývalý statek se zemědělskou výrobou z první poloviny minulého století [36].



Obr. 32: Výpis z katastru nemovitosti budovy A [Upraveno dle 36]

Počítačová síť by byla realizována i v budově B o velikosti 475 m^2. Nachází se zde sklad oběžných aktiv (náhradní díly a vyřazená zařízení). V prostoru se kromě skladu nachází komerční plocha, předváděcí místnost a vyřazená zařízení. Počítačová síť je zamýšlená pouze pro sklad. Sklad je bývalá hala JZD Kuřim [36].



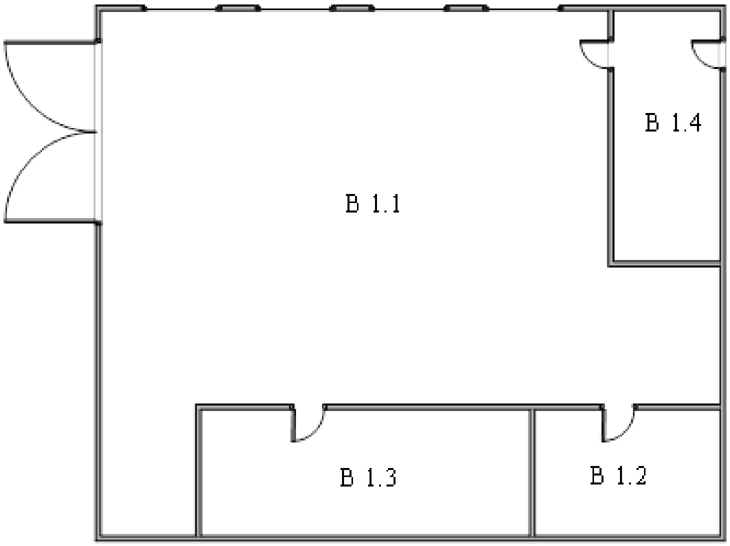
Obr. 33: Výpis z katastru nemovitosti [Upraveno dle 36]

Budova A se skládá z přízemí a prvního patra. V **přízemí společnosti** se odehrávají všechny výrobní úkony (montážnictví, zámečnictví atd.). Nachází se zde kancelář

provozního manažera a komerční prostory pro potravinářské či textilní (butik) zaměření. Celkem se skládá ze 14 místností. Dále zde najdeme firemní parkoviště a nádvoří, kde je shromažďován odpad. **První patro** se skládá z 16 místností a zahrnuje kanceláře (pro manažery, účetní, vedení společnosti a sekretářku), včetně konferenční místnosti. Jsou zde také vybudovány komerční prostory pro jakékoliv zaměření. V zadní části budovy se nachází archiv technických výkresů.

Obr. 34: Stavební plány 1.NP a 2.NP budovy A [Vlastní zpracování]

Budova B má jednoduchou členitost skládá se ze čtyř místností. Nachází se zde sklad oběžných aktiv, místnost se sociálními potřebami (WC) pro zaměstnance, kancelář skladníka a administrativní kancelář pro příjem a výdej oběžných aktiv.



Obr. 35: Stavební plán budovy [Vlastní zpracování]

Strukturu stavby budeme dále charakterizovat podle technických parametrů budovy (výšky patra, šířky stěn nosnosti, konstrukce budovy a podlah). Tuto specifikaci nalezneme v **příloze č. 1.**

3.4 Analýza místností společnosti

Popis místnosti ve společnosti budeme členit podle budovy, umístění, funkce, rozlohy, počtu uživatelů, technického vybavení a budoucích úmyslů investora. V následujíc tabulce shrnu celkovou charakteristiku budov. Přesnou specifikaci místnosti nalezneme v **příloze č. 2 a č. 3.**

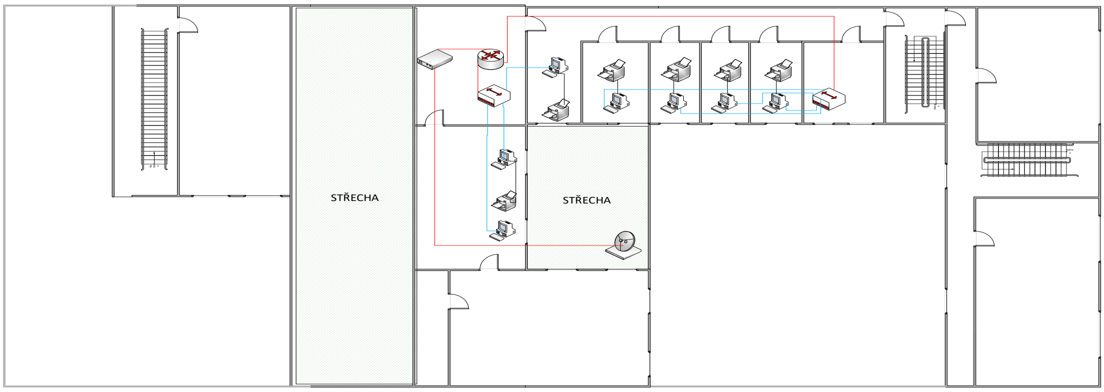
Tab. 7: Charakteristika místností [Vlastní zpracování]

				Budoucí úmysly investora	
Budova	Plocha v m2	Počet uživatelů/max. počet	Technické vybavení	Počet Portu (požadavek+ rezerva)	Umístění prvků
Budova A–1.NP	1291	14/23	1 PC, 1 Tiskárna	4+4	Switch, AP
Budova A–2.NP	608	14/21	7PC, 6 Tiskáren, 2 Switche	22+20	AP, switch, router, server, NAS
Budova B–1.NP	475	9/12	-	8+6	Router, switch a AP

3.5 Současný stav informačních technologií ve společnosti

Současná vybudovaná podniková síť se nachází v budově A 2.NP. K síti je připojeno 7 počítačů (logické schéma viz obr. 36). Infrastruktura sítě je tvořena páteřní sekcí, která propojuje router s jednotlivými switchi se třemi horizontálními sekcemi. Páteřní i horizontální sekce jsou realizovány metalickou kabeláží, která je umístěna v hranatých nástěnných lištách zakončenými plugy mezi aktivními prvky, switchi a koncovými zařízeními. V současném stavu komunikačních infrastruktur není vedeno žádné technické značení. Připojení podnikové sítě k internetu je realizováno pomocí bezdrátového spojení s poskytovatelem.

V objektu není žádný bezdrátový přípojný bod. Společnost spravuje e-shop. Nemá zřízený žádný server, proto e-shop včetně i e-mailového serveru má zajištěný od hostingové společnosti.



Obr. 36: Obr: Současná vybudovaná síť [Vlastní zpracování]

Hardware

Hardwarové vybavení společnosti je z hlediska počtu výrobců různorodé. Zařízení se postupně s vývojem společnosti podle potřeb dokupovala. Celkový obsah hardwarového vybavení najdeme v následující tabulce.

Tab. 8: Současné hardwarové vybavení společnosti [Vlastní zpracování]

Zařízení	Počet
Pevné Počítače	
Apple iMac (All in One)	1
Asus VX239H + HP Compaq Elite 8300	3
YUSMART 178QP +Dell Optiplex 760	4
Notebook	
Gigabyte G-MAX N501	2
Tiskárny	
HP LaserJet P1005	2
Konica Minolta bizhub 162	1
Brother HL-L2340DW	4
Switch	
Edimax Switch ES-3108P	2
Router	
ZyXEL P-660 HN-T3A	1
Modem	
ZyXEL P-660 HN-T3A	1
Anténa	
UBIQUITI AirGrid M5 HP AirMAX	1

Software

Všechny softwary ve společnosti jsou licencované. Společnost nemá zavedený ERP systém. Počítače a notebooky mají nainstalovaný operační systém Microsoft Windows 7. Dále jsou vybaveny softwarem Microsoft Office 2013 pro podporu administrativy a z hlediska zabezpečení je nainstalován antivirus AVAST. V počítačích najdeme také Adobe reader, winrar atd. a obecně softwary nezbytné k práci na PC. Pro podporu tiskáren je využit software od výrobce.

Poskytovatel internetu

Poskytovatelem internetu pro podnikovou síť je O2 Czech Republic a.s.. Poskytovatel je ve zdejším industriálním a geografickém okolí velice žádaný, a to zejména pro spolehlivou distribuci signálu. Kuřim s počtem obyvatel 10833 (k roku 2015) má průměrnou rychlost pevného připojení 8,7 Mb/s a u mobilního internetu 7,7 Mb/s.

3.6 Požadavky investora

Abychom mohli u společnosti určit přesně požadavky pro návrh sítě. Rozdělil jsem požadavky do dvou kritérií:

- vstupní požadavky na aktivní síťové prvky,
- vstupní požadavky na pasivní síťové prvky.

3.6.1 Vstupní požadavky na aktivní síťové prvky

Vstupní požadavky na aktivní síťové prvky jsou následující:

- **aktivní prvky** – aktivní prvky od jedné firmy s jednotným systémem,
- **mobilní přístup** – dostupnost Wi-Fi v celém prostoru o dostatečné síle,
- **zabezpečení** – ochrana sítového provozu,
- **připojení k internetu** – vyhotovení spolehlivého a rychlého připojení.

3.6.2 Vstupní požadavky na pasivní síťové prvky

Vstupní požadavky na pasivní síťové prvky jsou následující:

- **kabelové trasy** – vedení nových tras s co nejmenším zásahem do zdi,
- **rezervy portů** – rozšířená kapacita portů pro budoucí snadnou modernizaci,
- **serverovna** – vybudovat místnost pro hlavní datový rozvaděč, který bude eliminovat možné záplavové riziko,
- **datové rozvaděče –** výběr vhodného datového rozvaděče o dostatečné kapacitě. U hlavního datového rozvaděče zajistit rezervu pro server a datové uložiště,
- **kabeláž** – navrhnutí kapacity, která bude dostačující a nebude omezovat ostatní uživatele sítě při práci jiného uživatele,
- **prvky infrastruktury** – vhodné vedení kabelových tras s jednodílným designovým stylem,
- **materiál** – použití bezhalogenových materiálů.

3.7 Shrnutí analýzy

Z analýzy současného stavu vyplývá, že podnik potřebuje celkovou rekonstrukci síťového rozhraní a posunout se na dnešní úroveň moderního podniku. Moderní podnik určitě vyžaduje:

- vybudovat stabilní lokální síť s připojením k internetu a s dostatečnou rezervou přípojných míst včetně pokrytí budovy bezdrátovou sítí Wi-Fi,
- zřízení kvalitního kabelážního systému bez větších stavebních úkonů s možností využití kvalitního rozvedení současných lišt,

Podnik zamýšlí s expanzí výroby a výstavby pobočky v Rusku. Z toho plyne, že společnost vyžaduje v příštích dvaceti letech disponovat vybudovanou sítí, splňující technické normy tak, aby tvořila po celou dobu provozu plynulý chod, bez nutnosti velkých zásahů a společnost se mohla plně soustředit na dlouhodobé vytyčené cíle.

3.7.1 Co projekt neřeší

V rámci projektu nebudou řešeny následující body:

- **komerční prostory** – dodávka internetu do prostor,
- **aktivní prvky** – dílčí konfiguraci zařízení,
- **Smart TV** – dodávka digitálního TV signálů,
- **rozvody** – ostatní rozvody kromě kabelážního systému (elektrické, vodovodní a plynové).

4 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

Ve třetí části bakalářské práce se budeme zabývat návrhem počítačové sítě, která bude obsahovat nově navrhnutou strukturovanou kabeláž, aktivní i pasivní prvky a jejich rozmístění a uspořádání. Budeme vycházet z informací získaných z teoretické a analytické části.

4.1 Návrh topologie

Navrhuji uspořádat jednotlivé prvky podle normy ČSN EN 50173 do hvězdicové topologie, kde členění infrastruktury komunikačního systému se bude lišit z hlediska budov. **V budově A** budou sekce kabelážního systému tvořená páteřními a horizontálními rozvody s centrálním a dvěma podružnými rozvaděči. **Budově B** postačí horizontální sekce, která bude vycházet z datového rozvaděče.

4.2 Návrh přenosové technologie

Výběr přenosové technologie páteřní a horizontální sekce je z pohledu požadavků na rychlou a funkční síť téměř jasný. Jedná se o často zaváděný GigabitEthernet, a to konkrétně typy 1000BASE-SX (optické medium) a 1000BASE-T (metalické medium), které dokáží přenášet data rychlostí až 1000 Mb/s.

Páteřní sekce bude tvořena optickým vedením. Optické kabely mezi datovými rozvaděči budou dva, jeden z nich bude sloužit jako záložní. Budu volit dostatečně odolné optické kabely s těsnou sekundární ochranou, v přenosovém režimu multimode.

Materiál horizontální sekce bude v metalickém provedení. Standard 1000BASE-T také vyžaduje odpovídající kabeláž minimálně třídy D, které odpovídá materiál kategorie 5. Tyto parametry plně dostačují pro realizovaný projekt. V budovách se nepředpokládá žádné elektromagnetické rušení, bude proto použita nestíněná verze, tím zejména ušetříme náklady.

Pro bezdrátový přístup navrhuji použit standard IEEE 802.11n využívající pásma 2,4 GHz nebo 5 GHz.

4.3 Návrh přípojných míst

Po zhodnocení potřebného množství přípojných míst připadají čtyři přípojná místa na jednoho administrativního pracovníka. Z toho budou dvě využity pro připojení pracovní stanice a periferního zařízení. Ostatní ponecháme jako rezervu pro případné navýšení počtu pracovníků v dané místnosti. V případě operátorů, elektrikářů a zámečníků bude plně dostačovat bezdrátový přístup, kde použijeme jedno přípojné místo pro přístupové body.

Výjimkou jsou místnosti A 2.11 (konferenční místnost) a A 2.12 (vedení společnosti), kde je osm přípojných míst a B 1.4, kde kromě čtyř přípojných míst připadajících na jednoho administrativního pracovníka, jsou doplněny další dvě přípojná místa určená pro periferní zařízení (např. Smart TV). Budova A má celkem 58 přípojných míst a budova B má 24 přípojných míst.

Tab. 9: Návrh přípojných míst pro budovu A [Vlastní zpracování]

Budova	Místnost	Přípojná místa
Budova A-1. NP	A 1.7	5
	A 1.11	1
	A 1.14	5
Budova A-2. NP	A 2.6	5
	A 2.7	4
	A 2.8	4
	A 2.9	4
	A 2.10	4
	A 2.11	8
	A 2.12	9
	A 2.13	4
	A 2.15	5

Tab. 10: Návrh přípojných míst pro budovu B [Vlastní zpracování]

Budova	Místnost	Přípojná místa
Budova B-1. NP	B 1.1	2
	B 1.3	16
	B 1.4	6

Přípojná místa pro přístupové body budou součástí lišty. U přípojných míst určené pro pracovní stanice a periferní zařízení budou primárně umístěny 50 cm od podlahy. V případě administrativních kanceláří (místnosti A 1.7, A 2.6 až A 2.10 v budově A a místnost B 1.4 v budově B) budou navrženy tak, aby byly blízko pracovního stolu a umístěny nad pracovní deskou, minimálně 5 cm od spodní hrany elektroinstalačního boxu. U místnosti A 2.11 (konferenční místnost), A 2.12 (vedení společnosti) a B 1.3 (kancelář skladníka), budou přípojná místa umístěný do podlahových krabic, kde se přejde k individuálnímu řešení.

Rozmístění datových zásuvek, podlahových krabic a přístupových bodu je znázorněno v **přílohách č. 5 až č. 7**.

4.4 Návrh komponent

Kapitola se zabývá vhodným výběrem prvků kabeláže pro návrh počítačové sítě. Datové zásuvky, elektroinstalační krabice, elektroinstalační lišty, patch panely, optické vany a rack, včetně potřebných součástí, jsou z hlediska konektivy zamýšleny od společnosti Panduit. Podlahové krabice a elektroinstalační trubice jsou vybrány od české společnosti Kopos Kolín a.s. Kabely pak z hlediska materiálové kvality od společnosti Belden. Kombinace výrobců nebude mít vliv na funkčnost celého systému, při dodržení požadavků na správnou instalaci jednotlivých komponentů.

4.4.1 Kabely

Páteřní sekce

K propojení datových rozvaděčů v budově A použiji dostatečně odolné optické kabely**.** Kabel volím od společnosti Belden s breakoutovou konstrukcí se 6 vlákny z bezhalogenovým pláštěm s označením B9C132. Předběžný počet metrů kabeláže včetně rezervy 1,5m nalezneme v **příloze č.12 a č.13**. Pro značení optického vedení volím štítky Panduit NWSLC-7Y.

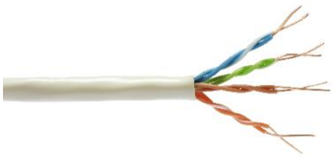
Obr. 37: Belden FX Breakout, LSZH plášť, 6 vláken [Převzato ze 35]

Ke zakonektorování optických vláken navrhuji multimodový duplexní LC konektor od Panduitu s označením FLCDM3.0BL v černé barvě.

Obr. 38: Multimodový duplexní konektor Panduit FL3CDM3.0BL [Převzato ze 34]

Horizontální sekce

Pro náš návrh bude plně dostačovat nestíněná kroucená dvojlinka typu drát kategorie 5e s přenosovou charakteristikou 1Gbit/s od společnosti Belden s označením 1213009U1000. Pro splnění protipožárních předpisů navrhuji použít plášť z bezhalogenových materiálů. Předběžný počet metrů kabeláže, včetně rezervy 1,5 metru, nalezneme **v příloze č. 11.**



Obr. 39: BELDEN kabel pro strukturované kabeláže, nestíněný, kategorie 5E, drát, LSZH/FRNC plášť [Převzato ze 35]

Pro značení metalické kabeláže volíme štítky Panduit LJSL1-Y3-5.

Obr. 40: Štítky Panduit LJSL1-Y3-5 [Převzato ze 34]

Pracovní sekce

Pro propojování komponentů v rámci datového rozvaděče a přípojných míst, navrhuji propojit patchcordem od společnosti Belden UTP kategorie 5e v případě rozvaděče délkou 1 metr a v případě přípojných míst délkou 2 metry, které budou barevně odlišeny. Barvy budeme členit následovně:

- červený kabel – propojení switche se serverem a datovým uložištěm,
- zelený kabel – propojení switche s patch panelama,
- modrý kabel – přívod internetu do routeru,
- bílý kabel – propojení přípojného místa s pracovními a periferními zařízeními.

Výjimkou u pracovní sekce bude propojení routeru se switchemi. Zde budou komponenty propojeny optickým patchordem včetně jejich redundance. Bližší specifikaci značení nalezneme v **příloze č. 14.**

K propojení dvou FO adapterů použiji od společnost Belden duplexní *„Jumper"* FX o délce 3 metry s LC konektorem na obou stranách s katalogovým označením FP3LDLD002 M.

4.4.2 Datové zásuvky

Navrhuji bílé modulární čelní desky Panduit T7OFH4IW se čtyřmi RJ45 porty, CFP2BL se dvěma RJ-45 porty a CFP1WH s jedním RJ-45 portem. Projekt bude vyžadovat 8 čtyřportových zásuvek určených do podlahových krabic 9 dvouportových zásuvek určených pro zaměstnance a 8 jednoportových pro přístupové body.

Obr. 41: Čelní desky Panduit T7OFH4IW, CFP2BL a CFP1WH [Převzato ze 34]

Obr. 42: Štítky Panduit C200X100FJJ [Převzato ze 34]

4.4.3 Elektroinstalační krabice a komponenty

Abychom mohli umístit čelní desku, je zapotřebí nejdříve nainstalovat elektroinstalační krabici či speciální komponent. Dvouportové čelní desky budou namontovány na box Panduit JBP1FSIW o rozměrech 127.1mm x 82.7mm x 41.1mm. Tento box se umísťuje na zeď a je navržen tak, že je jedno jakým způsobem je k němu veden datový kabel (ve zdi či listě).

V případě čtyřportových čelních desek určených do podlahových krabic budou namontovaný na box Panduit JBP2FSIW o rozměrech 127.1mm x 155.9mm x 41.1mm.

Obr. 43: Elektroinstalační krabice JBP1FSIW a JBP2FSIW [Převzato ze 34]

U jednoportové čelní desky budou umístěný na lištu pomocí komponentu Panduit WCM35DBFIW.

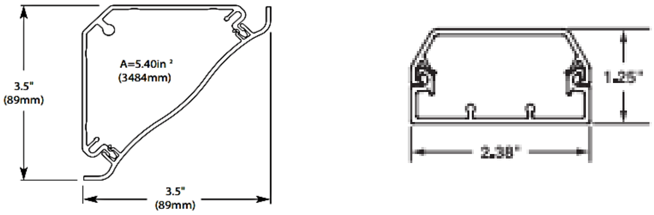
Obr. 44: Komponent Panduit WCM35DBFIW [Převzato ze 34]

4.4.4 Elektroinstalační lišty a trubky

Elektroinstalační lišty

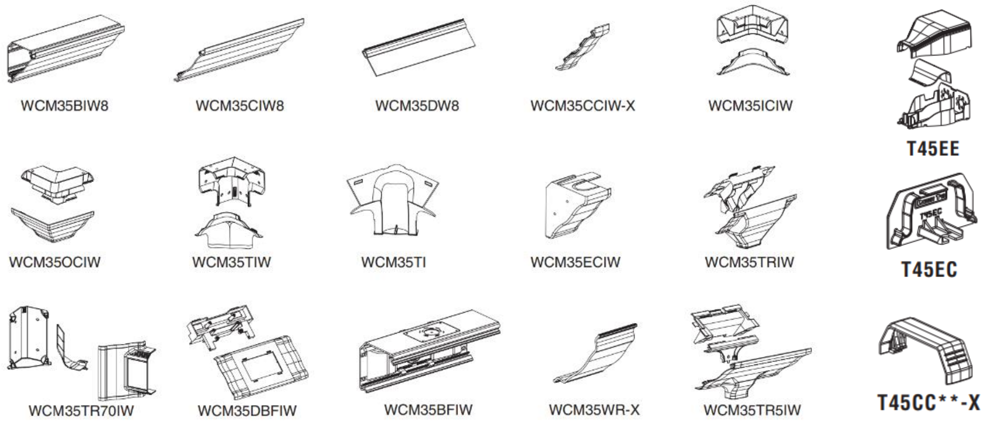
Pro vedení kabelových tras volíme Panduit systém lišt COVE a T-45. COVE lišty jsou středně velké lišty o rozměrech 89,0 mm x 89,0 mm s dvojitým zámkem. Lišty se umisťují do rohu místnosti. Systém Cove jsem vybral díky jeho elegantnímu řešení a také především kvůli eliminaci problémů vedení lišt, například poblíž topení a oken.

K propojení s dvouportovou datovou zásuvkou a podlahovou krabicí jsem zvolil lišty T-45. Jedná se o menší lišty o rozměrech 60.3mm x 32.0mm. Lišty jsou opatřeny dvojitým zámkem a jsou plně kompatibilní se zvolenými elektroinstalačními krabicemi.



Obr. 45: Kabelový systém Panduit COVE a T-45 [Převzato ze 34]

Systémy COVE a T-45 mají také v nabídce všechny potřebné komponenty, včetně ukončovacích prvků, spojovacích prvků a redukcí.



Obr. 46: Ukázka komponentu kabelového systému Panduit COVE a T-45 [Převzato ze 34]

Pro náš návrh budou zásadní komponenty WCM35TIW (redukce lišty COVE z horizontálního na vertikální vedení), WCM35TRIW (propojení lišty COVE s lištou T-45), T45EE (ukončení lišty T-45 a vedení v plastové chráničce) a WCM35ECIW (umožnění přístupu kabelů z elektroinstalační trubice nebo kryt koncového uzávěru).

Elektroinstalační trubice

Od společnosti Kopos Kolín a.s navrhuji k instalaci kabelu ve zdech a betonových podlahách ohebnou světle šedou trubici z bezhalogenového materiálu s protahovacím drátem o vnitřním průměru 36 mm.

Obr. 47: Chránička 36 FX-Ready 36, 320N, sv.šedá s protahovacím drátem [Převzato ze 33]

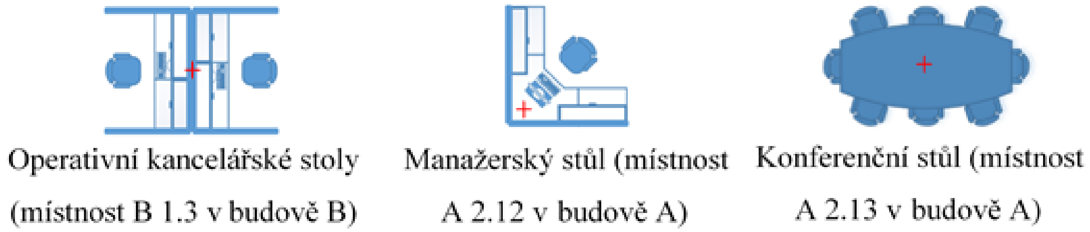
Elektroinstalační trubice bude kvůli požadavku investora, aby došlo k co nejmenším zásahům do zdiva, využita co nejméně, a to jen při průchodech zdiva a propojování s podlahovou krabicí.

4.4.5 Podlahové krabice

Do podlahových krabic budou namontovány datové zásuvky. Prostor může být dovybaven zásuvkami elektrické sítě. Tyto komponenty však nejsou v rámci našeho projektu řešeny. Vybral jsem od společnosti Kopos Kolín a.s podlahovou krabici s víkem o rozměrech 330x260 mm se zapouštěcí hloubkou 62 mm. Reinvazibilní kryt může být pokryt laminátovou podlahou, vinylem nebo kobercem. V **příloze č. 5 až č. 7** vyčteme, že projekt bude celkem vyžadovat 4 podlahové krabice a každá bude osazena datovou zásuvkou s osmi porty.

Obr. 48: KOPOBOX 80 rám podlahové krabice s víkem, 330x260x62mm, tmavě šedý [Převzato ze 33]

Podlahové krabice (červený kříž) budou rozmístěny vzhledem k současnému rozmístění kancelářských stolů viz. obr. 49.



Obr. 49: Rozmístění podlahových krabic z hlediska pracovních stolů [Vlastní zpracování]

4.4.6 Patch panel

K zakončování kabelů v datových rozvaděčích navrhuji umístit od společnosti Panduit nestíněný 24 portový RJ-45 modulární patch panel o velikosti 1U s katalogovým číslem CPPL24M6BLY v provedení pro 19“ datové rozvaděče. Celkem bude zapotřebí sedm patch panelů, a to konkrétně jeden pro datové rozvaděče DR1 a dva patch panely pro datový rozvaděč DR2, DR3 a DR4.

Obr. 50: Modulární patch panel, 24 portu/1U, nestíněný, Mini-Com s vyvazovací lištou Panduit CP24WSBLY [Převzato ze 34]

V projektu uvažujeme celkem 168 portu, kde 82 z nich bude propojeno s datovou zásuvkou a do čtyř bude přiveden internet od poskytovatele. Zbylé nevyužité porty budou uzavřeny záslepkou Panduit CMBBL-C. Ke značení portů na patch panelu volíme štítky Panduit C150X075FJJ. Osazení patch panelů je znázorněno v **příloze č. 10**.

Obr. 51: Štítky pro značení portů Patch Panelu Panduit C150X075FJJ a záslepka do patch panelu Panduit CMBBL-C Moduly Keystone [Převzato ze 34]

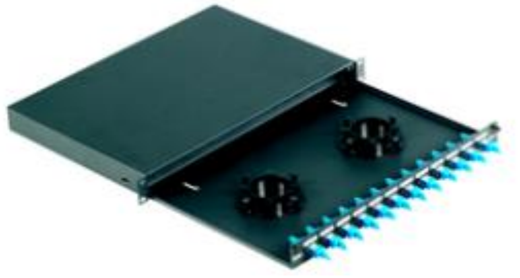
Protože jsou patch panely a datové zásuvky neosazené, je zapotřebí pořídit i samotné porty (keystone). Pro zachování kompatibility, navrhuji od stejného výrobce nestíněný keystone kategorie 5e samořezný. Navrhuji také využít různé barevné varianty od výrobce. Datové zásuvky navrhuji osadit bílými keystony. V případě patch panelu navrhuji černé keystony. U přípojných míst a internetu zvolím oranžový a zelený keystone. Projekt bude celkem vyžadovat 168 kusů pro patch panely a 64 kusů pro datové zásuvky. K ochraně portu volíme klíčovanou záslepku Panduit PSL-DCJB-GR.

Obr. 52: Panduit CJ5E88TGWH-C Keystone Jack RJ45, cat.5 – bílý [Převzato ze 34]

Obr. 53: Klíčovaná záslepka Panduit PSL-DCJB-G [Převzato ze 34]

4.4.7 Optická vana

K ukončování optických kabelů v datových rozvaděčích navrhují od Panduitu vanu s označením NKFD1W12AQDLC o velikosti 1U. Vybraná optická vana může být osazena až 12 LC duplexními konektory. Samotná vana je vyrobená tak, že se dá vysouvat a umožnuje snadnější přístup k optickým vláknům. Projekt bude celkem vyžadovat 4 optické vany, a to po jednom kusu pro datové rozvaděče DR1 až DR4.



Obr. 54: Optická vana Panduit NKFD1W12AQDLC [Převzato ze 34]

U datového rozvaděče DR4 bude optická vana zcela nevyužita. Bude zde umístěna proto, aby investor mohl v budoucnu bez potíží rozšiřovat síť o optické vedení.

4.5 Datový rozvaděč

Navrhujeme použít nestíněné datové rozvaděče typu skříň E6412B1 a E6212B1 o velikosti 24 a 12 unit od výrobce Panduit, které jsou chráněny uzamykatelnými dvířky. Hlavní rozvaděče DR3 a DR4 umístěny v místnostech A 2.13 a B 1.3 budou o výšce 24 unit. Podružné rozvaděče DR1 a DR2 primárně určeny pouze pro switche a patch panely umístěný v místnostech A 1.7 a A 2.10 budou o výšce 12 unit.

Obr. 55: Datový rozvaděče Panduit E6412B1 24U a Panduit E6212B1 12U [Převzato ze 34]

4.5.1 Vybavení datových rozvaděčů

V datových rozvaděčích bude umístěno několik komponentů. Jejich rozmístění nalezneme v **příloze č.8** a **č.9**. Níže navrhnu komponenty vhodné pro osazení datových rozvaděčů.

Vyvazovací panel

Ke zpřehlednění velkého počtu kabelových svazků zejména u patch panelu navrhuji datové rozvaděče dovybavit horizontálním organizérem Panduit WMPFSE velikosti 1U a 2U s předním krytem. Projekt bude mít celkem 7 patch panelu. Bude tedy zapotřebí 7 horizontálních organizéru.

Obr. 56: Horizontální organizér s předním krytem Panduit WMPFSE [Převzato ze 34]

Záslepka

Do nevyužitých míst v datovém rozvaděči umístím záslepky Panduit TLBP1R-V o velkosti 1U a Panduit TLBP2R-V o velikost 2U.

Obr. 57: Záslepky Panduit TLBP1R-V a TLBP2R-V [Převzato ze 34]

Napájecí panel

Navrhuji investorovi umístit do datových rozvaděčů rozvodný panel ACAR 504WF, který je vybaven přepěťovou ochranou a síťovým filtrem pro připojení až 5 zařízení na

230V. Jeho velikost je 1,5U. Panel bude v rozvaděči napájet například datové uložiště či server.

Obr. 58: Přepěťová ochrana Acar 504WF Rack, 19", 5m, černá [Převzato ze 37]

Ventilační panel

K dochlazovaní datových rozvaděčů volíme ventilační jednotku Fan Tray - 972 CFM s termostatem. Panel ventilátoru umístíme v datovém rozvaděči úplně nahoru tak, aby odváděl teplý vzduch. Výška panelu je 1U a je vybaven 9 ventilátory. Panel je napájený ze sítě. V sadě je i termostat, který reguluje v závislosti na teplotě intenzitu chodu ventilátoru.

Obr. 59: Ventilační panel Fan Tray - 972 CFM s termostatem [Převzato ze 38]

Integrovaná konzole

Pro správu operačních systému serveru a datového uložiště navrhuji využít integrovanou konzoli KVM, která má v sobě zabudovanou klávesnici, myš a obrazovku. Volím produkt od společnosti Broadrack s možností připojit až 8 zařízení. Konzole je o velikosti 1U a je namontována na kolejnicovém pojezdu. Integrovanou konzoli KVM umístím do datového rozvaděče DR3 na pozici U12.

Obr. 60: KVM LCD modular console, Wave KVM ,19", 8-port KVM, 1U, single rail [Převzato ze 39]

Police

Abychom mohli umístit některé komponenty, které nejsou kompatibilní s datovým rozvaděčem, umístíme je do police, která bude namontovaná do datového rozvaděče. Navrhujeme polici Tritron RAB-UP-750-A1 ve výšce 1U o maximální nosnosti 40 Kg.

Obr. 61: Triton police A1 s perforací RAB-UP-750-A1, 750 mm, nosnost 40Kg, černá [Převzato ze 40]

4.6 Uzemnění komponent

Norma ČSN 50310 říká, že každý datový rozvaděč musí být uzemněn. Tato norma musí být dodržena. Pokud by nebyla zachována, mohlo by dojít k poškození aktivních a pasivních komponentů.

4.7 Kabelové trasy

V této části práce budu analyzovat kabelové trasy, které jsou graficky navrhnuté v **přílohách č. 5 až č. 7.**

4.7.1 Budova A

Páteřní sekce

Páteřní vedení je tvořené optickými rozvody, které vedou z hlavního rozvaděče DR3 do datových rozvaděčů DR2 a DR1, kde je současně i jejich redundance.

Primární trasa vedoucí z hlavního rozvaděče DR3 do datového rozvaděče DR2 je vedena přes místnosti A 2.13 až A 2.10. Kabelážní trasa je zde uložená v elektroinstalačních lištách Cove, kde je současně také vedena kabelážní trasa A. Délka hlavní trasy je přibližně 22,4 m a tvoří ji jeden 6 vláknový MM optický kabel. Primární trasa vedoucí z hlavního rozvaděče DR3 do datového rozvaděče DR1 je vedená z části stejně jako trasa pro datový rozvaděč DR2, ale v místnosti A 2.10 se rozvětvuje a pokračuje dále podél oken v elektroinstalačních lištách COVE přes administrativní kanceláře až do místnosti A 2.5, kde je vertikální stoupačkou vedena přímo do místnosti A 1.7 s datovým rozvaděčem DR1, kde se napojuje na elektroinstalační lištu, přes kterou vede přímo do rozvaděče. Délka trasy je přibližně 42,2 m a tvoří ji opětovně jeden optický kabel se 6 vlákny.

Redundantní trasa z DR3 do DR2 je vedena přes stejné místnosti jako primární trasa. Nebude však vedena stejnou cestou. Bude využito staré vedení lišt vedoucí podél oken až do místnosti A 2.13, kde se napojí na elektroinstalační lištu s primární trasou odkud je vedena do rozvaděče DR2. V tomto místě bude redundantní trasa pro datový rozvaděč DR1 pokračovat dále. Nad dveřmi v místnosti A 2.13 prochází zdivem a pokračuje dále chodbou A 2.10. Na konci chodby se napojuje na vertikální stoupačku odkud je vedena přímo nad datový rozvaděč DR1. Redundantní trasa DR3 do DR2 je přibližně 20,6 m dlouhá. Trasa z DR3 do DR2 je přibližně 41,8 m dlouhá. Každá redundantní trasa bude stejně jako primární trasa tvořena jedním MM optickým kabelem se 6 vlákny.

Trasy horizontální sekce

Trasy v rámci horizontální sekce jsou značený písmeny A až D. Jejich specifikace je následující:

- **trasa A** – trasa A vede od datového rozvaděče DR3 k přípojným místům umístěných v kanceláři jednatele, konferenční místnosti, zámečnické dílně a

v archivu technických výkresů. Z datové rozvaděče vychází svazek kabelů, který vede směrem na západ přes kancelář jednatele až do konferenční místnosti, kde prochází vertikální stoupačkou do 1.NP a dále pokračuje směrem na jich přes výrobní halu až do zámečnické dílny, kde se větví. Jedna trasa vede k přípojným místům nacházející se v místnosti. Druhá trasa vede vertikální stoupačkou do 2.NP, kde jsou umístěná přípojná místa s přístupovým bodem.

Trasy jsou zde vedeny v elektroinstalačních lištách Cove. V konferenční místnosti a v kanceláři jednatele se nachází přípojná místa umístěná v podlahových krabicích. Kabelová tras se zde dělí a plynule přechází na elektroinstalační lištu T-45, jenž je vertikálně vedena podél zdi až k podlaze, kde se napojuje na elektroinstalační trubici, která vede přímo do podlahové krabice. Datové zásuvky jsou zde umístěn 50 cm od podlahy,

- **trasa B** – trasa B nacházející se v 2.NP vede od datového rozvaděče DR3 k přípojným místům nacházejících se ve stejné místnosti jako rozvaděč. Z datového rozvaděče vychází svazek kabelů, který je veden v elektroinstalační liště Cove. V liště se současně nachází i datové kabely od poskytovatele internetu. Datové zásuvky jsou zde umístěný 50 cm od podlahy a jsou propojeny přes lištu T-45,
- **trasa C** – trasa C nacházejících se 2.NP vede od datového rozvaděče DR2 k přípojným místům nacházející se v administrativních kancelářích. Z datového rozvaděče vychází svazek kabelů, který směruje na sever. V rohu každé kanceláře se rozděluje. Kabelové trasy jsou zde vedeny v elektroinstalačních lištách Cove, ze kterých schází k datové zásuvce přes lištu T-45. Výška datových zásuvek závisí individuálně na výšce pracovního stolu,
- **trasa D** – trasa D nacházející se v 1.NP vychází z datového rozvaděče DR1. Z datové rozvaděče vychází svazek kabelů, který vede kolmo k protější zdi, kde se větví. První větev vede k přípojnému místu a přístupovému bodu v místnosti s datovým rozvaděčem, druhá část vede přes montážní haly podél zdiva až do zámečnické dílny, kde je umístěn přístupový bod. Kabelové trasy jsou vedeny na stejném principu jako v předchozích případech.

4.7.2 Budova B

Horizontální sekce

Trasy v rámci horizontální sekce jsou značeny písmeny A až B. Z datového rozvaděče DR4 vychází dva kabelové svazky:

- **trasa A** – první kabelový svazek vede k přípojným místům umístěných v podlahových krabicích v kanceláři skladníka, kde se také nachází datový rozvaděč,
- **trasa B** – druhý kabelový svazek vede přes zdivo do skladu, kde dále pokračuje a dochází do místnosti recepce, kde jsou přípojná místa. Kabelová trasa zde nekončí a dále směrem na sever pokračuje až k přístupovému bodu.

Kabelážní trasy jsou zde vedeny v elektroinstalačních lištách COVE, které jsou propojeny přes lištu T-45 s datovou zásuvkou. Datové zásuvky jsou zde umístěny 50 cm od podlahy. U podlahových krabic je použito stejné řešení jako v budově A.

4.8 Osazení datového rozváděče

Pří osazování datových rozvaděčů byl kladen velký důraz na ergonomické a logické uspořádání jednotlivých prvků. Schéma osazení datových rozvaděčů nalezneme v **přílohách č.8** a **č.9**. Jejich specifikace je následující:

- **DR1** – v datovém rozváděcí DR1 je umístěna jedna optická vana k zakončování optických kabelů. Dále je doplněn jeden patch panel s jedním horizontálním organizérem o velikosti 2U. Návrh počítá s osazením jednoho 24 portového switche. Současně s osazením je i napájecí a ventilační jednotka. V datovém rozvaděči je 3 unitová rezerva,
- **DR2** – datový rozvaděč DR2 má podobné uspořádáni jako datový rozvaděč DR1. Kvůli většímu počtu přípojných míst navrhuji osadit 48 portový switchem a doplnit rozvaděče o patch panel a 1U horizontální organizér,
- **DR3** – v hlavním datovém rozvaděči DR3 bude umístěn router. Bude zde umístěna jedna optická vana, k zakončovaní optických kabelů. Dále zde budou dva patch panely. Ty budou prokládany jedním 1U a 2U horizontálním organizérem. Navrhuji datový rozvaděč osadit 48 portový switchem, a to kvůli

větší koncentraci přípojných míst v jihozápadní časti budovy. Bude zde také 1U rezerva pro uložení serveru a 4U pro datové uložiště. Současně s osazením napájecí a ventilační jednotky je doplněn i záložní zdroj. Datový rozvaděč má 2U rezervu pro další komponenty. To pro investora plně dostačuje, protože se nepředpokládá, že by v budoucnu potřeboval navýšit počet přípojných míst v konferenční místnosti atd.,

- **DR4** – datový rozvaděč DR4 bude podobně vybaven jako datový rozvaděč DR3. Nebude však obsahovat server a NAS uložiště. Na těchto místech ponecháme rezervu pro případ, kdyby se investor rozhodl rozšiřovat komunikační infrastrukturu.

4.9 Návrh značení kabeláže a ostatních prvků

Značení kabeláže a prvku sítě je velmi důležité. Usnadňuje správnou orientaci v zapojení. Norma EN 50174 definuje, že musí být značeny:

- veškeré datové kabely na obou koncích včetně patchcordu,
- patch panely a jejich porty,
- datové zásuvky na obou koncích,
- datové rozvaděče.

Značení bude probíhat pomocí nalepovacích štítků, na kterých bude pomocí přístroje BMP21 Plus (společnost tento přístroj vlastní) vytištěno kódové označení. Navrhuji následující systém značení:

- **datový rozvaděč** – označení rozvaděče(DR), číslo rozvaděče(A) – DA – např.:DR1,
- **datové zásuvky** - zásuvka(Z), číslo zásuvky(AA) – Z.AA – např.: Z.13,
- **porty datových zásuvek** - zásuvka(A), číslo zásuvky(BB) a písmeno portu(C) – A.BBC - např.: Z.08A,
- **datový kabel páteřní sekce** – označení routeru(A_AA), označení switche(B_BBB), redudance(R) – A_AA/B_BBB nebo A_AA/B_BBB(R) -např.: A_R1/A_SV1 nebo A_R1/A_SV1(R),

- **vlákna datového kabelu páteřní sekce** – označení routeru(A_AA), označení switche(B_BBB), číslo vlákna (C) a redudance(R) – A_AA/B_BBB-C nebo A_AA/B_BBB(R)-C -např.: A_R1/A_SV1-1 nebo A_R1/A_SV1(R)-1,
- **datový kabel horizontální sekce** – číslo místnosti (A.A), číslo zásuvky(B), port datové zásuvky(C) – A.A_BC - např.: 1.7_1A,
- **patch panel** – označení budovy(A), označení patch panelu (PP), číslo patch panelu (B) – A_PPB – např.: B_PP1,
- **port patch panelu** – číslo místnosti (A.A), číslo zásuvky(B), port datové zásuvky(C) – A.A_BC - např.: 1.7_1A,
- **optickou vanou –** označení budovy(A), označení optické vany(OV), číslo optické vany(B) – A_OVB – např.: A_OV1,
- **porty optické vany –** duplicitní dekadické značení z leva do prava od 1 do 12,
- **označení patch cordu (propojeni routeru se switchi)** – označení patchcordu (PC), označení routeru(A_AA), označení switche(B_BBB), redudance(R) – PC.A_AA/B_BBB nebo PC.A_AA/B_BBB(R) -např.: PC.A_R1/A_SV1 nebo PC.A_R1/A_SV1(R),
- **označení patch cordu (propojeni patch panelu se switchi)** – značení portu patch panelu (A.A_AA), port switche (BBB_B) - A.A_AA-BBB_B – např.: 1.7_1A-SV1_1,

Jelikož norma EN 50174 definuje, že mají být značeny i aktivní prvky, definujeme je tedy takto:

- **router** – označení budovy(A), označení routeru (R), číslo routeru (B) – A_RB – např.: A_R1,
- **switche** – označení budovy(A), označení switche (SV), číslo switche (B) – A_SVB – např.: A_SV1,
- **port switche** – označení switche(AA), číslo switche(B), Port switche (C) – AAB_C - např.: SV1_1,
- **přístupové body** – označení AP (W), číslo AP (B) – WB – např.: W1.

V reálném návrhu nebudou porty na switchi značeny a ponechají se vytištěné z výroby. Tento návrh má pouze sloužit, aby zpřehlednil, o jaký port a na kterém switchi se jedná.

4.10 Aktivní prvky

O provoz v síti se budou starat aktivní prvky značky Cisco. Cisco patří k největším počítačovým firmám dnešní doby a jedná se o dominujícího hráče na poli síťových prvků. Prvky jsme vybírali podle recenze (internetové obchody označily dané aktivní prvky bodováním 5/5). Nadále díky stejné značce bude zlepšena kompatibilita mezi prvky a odbornému pracovníkovi se bude dobře pracovat s uživatelským rozhraním.

Server, datové uložiště a záložní zdroj UPS budou situovány v datovém rozvaděči DR3, pro které budou vyčleněny porty 31 až 33 na switchi A_SV3.

4.10.1 Logické schéma sítě

Do datového rozvaděče DR3 a DR4 je přiveden internet (modrá trasa). Páteřní sekce v našem návrhu je vedena optickým kabelem (červená trasa). Horizontální a pracovní sekce je realizována metalickým spojením (černá trasa).

Jejich znázornění včetně propojení jednotlivých komponentů nalezneme v **příloze č. 17**. V schématu představuje plná čára hlavní trasu a čerchovaná její redundanci.

4.10.2 Router

Do datových rozvaděčů DR3 a DR4 na pozici U3 navrhuji usadit do police router Cisco 4431. Tento router se vyznačuje vysokou mírou zabezpečení, navíc obsahuje dva Wan porty, které buď zvýší výkon internetového připojení, nebo umožní připojení internetu od jiného poskytovatele. Dále také může být vybavený až 4 SFP moduly, které zvládají gigabitový Ethernet. Správa probíhá přes intuitivní webovou aplikaci.

Obr. 62: Router Cisco 4431 [Převzato ze 2]

SFP moduly

Abychom mohli připojit optický kabel na router či switch a snímat signál musíme SFP porty osadit SFP modulem. Navrhuji v rámci Cisco multimodový SFP modul pro přenos dat pomocí dvou vláken zakončených LC konektory a dosahem až 550 m v souladu se standardem 1000BASE-SX.

Obr. 63: SFP modul Transceiver Cisco Gigabit Eth.SX SFP LC, MGBSX1 [Převzato ze 2]

4.10.3 Switch

Projekt bude celkem vyžadovat čtyři managementovatelné switche, které budou umístěny v podružných rozvaděčích na pozici U3 a v hlavních rozvaděčích na pozici U4. Pro náš návrh jsem vybral dva modely. Pro datový rozvaděč DR1 navrhuji 24 portový switch s označením CISCO SG500-28MPP-K9-G5.

Obr. 64: Switch CISCO SG500X-24-K9-G5 [Převzato ze 2]

Pro zbylé rozvaděče DR2, DR3 a DR4 navrhuji 48 portový switch CISCO SG300-52P-K9-EU.

Obr. 65: Switch CISCO SRW2048-K9-EU [Převzato ze 2]

Oba modely zvládají gigabitový Ethernet a navíc podporuji zajímavou funkci PoE (Power over Ethernet). Tato funkce umožnuje nepájet zařízení bez použití napájecího kabelu. PoE funkci využijeme pro přístupové body, ke kterým nebude muset být dovedena elektrická zásuvka.

4.10.4 Wi-fi Access point

V rámci mobility zaměstnanců a celopodnikovému bezdrátovému přístupu k internetu navrhuji Cisco WAP 371. Toto zařízení disponuje kvalitním pokrytím signálu s přenosovou rychlostí až 450 Mb/s podporující standardy 802.11 a/b/g/n. Zařízení se umisťuje na zeď a je jedno, jakým způsobem je k němu veden elektrický zdroj (zařízení podporuje funkci PoE).

Obr. 66: Wi-fi Access point Cisco WAP 371 [Převzato ze 2]

Access point navrhuji instalovat kolmo od jednoportové zásuvky ve vzdálenosti 35 cm od stropu. Dále také navrhuji, aby zařízení pracovalo na 5 GHz a 2,4 GHz pásmu.

4.10.5 Záložní zdroj UPS

K ochraně ztráty dat v důsledku výpadku elektrické energie musí být datový rozvaděč DR3 obsahující server a datové uložiště vybaven záložním zdrojem UPS. Navrhuji zakoupit model Green Power Office RM UPS 1500VA/900W o velikosti 1U od výrobce CyberPower.

Záložní zdroj zpracovává vstupní napětí 230V na šest výstupních zásuvek, ze kterých dokáže nepájet například sever po dobu 3 minut (doba plného zatížení). Navíc zařízení disponuje nízkou spotřebou. V tomto důsledku se i méně zahřívá.

Obr. 67: CyberPower Green Power Office RM UPS 1500VA/900W [Převzato ze 33]

4.11 Připojení k internetu

Současné internetové připojení je nevyhovující. Pro investora navrhuji inovativní řešení od firmy IPEX s.r.o s propustností 10 Mbps ve variantě Profi. Bude se jednat o technologii SHDSL zabezpečující symetrické připojení. Poskytovatel navíc zajistí dovedení linky až do místnosti s datovým rozvaděčem. Nedílnou součástí varianty Profi je záložní linka, která přepne v případě nedostupnosti primární linky.

Datová linka od poskytovatele internetu bude u budovy A vedena od vjezdu, přímo do místnosti s datovým rozvaděčem DR3, kde bude napojena na kabelážní trasu A, odkud povede přímo do rozvaděče. Datová linka bude ukončena v patch panelu A_PP5 na portech 23 a 24. U budovy B bude datová linka přivedena poblíž hlavního vstupu, kde se napojí na kabelážní trasu B odkud povede do datového rozvaděče DR4, kde bude zakončená na patch panelu B_PP2 na portech 23 a 24.

4.12 Ekonomické zhodnocení

V poslední část návrhu počítačové sítě, provedu celkové ekonomické zhodnocení. Vyčíslím zde celkové náklady na navrhovanou síť, které budou obsahovat výše uvedené komponenty a také náklady spojené s případnou realizaci počítačové sítě. Kalkulace bude sestavená z aktivních a pasivních prvků, implementace informačního systému a navrhovaného internetového připojení. Bude zde také orientačně uvedena cena práce a certifikace.

Navrhnuté ceny aktivních a pasivních komponentů pochází z internetových obchodů Czc.cz a Alza.cz. Cablemonkey.co.uk, Cablesupply.com, Netshop.co.ukm, Anixter.com a to podle nejvhodnější cenové relace. Podrobný rozpočet jednotlivých komponentů nalezneme v **příloze č.15** a **č.16**.

4.12.1 Připojení k internetu

Ceny připojení k internetu jsem získal z oficiálních webových stránek společnosti IPEX s.r.o.

Tab. 11: Cenný připojení k internetu od poskytovatel IPEX s.r.o [Vlastní zpracování]

Popis	Název	Množství	Cena (Kč)/mj	Cena (Kč)
Jednorázový poplatek	Aktivace INTERNET	**2**	15 000,00	30 000,00
Služba	INTERNET PROFI 10 Mbps	**2**	6 900	13 800,00
Cena celkem				**45 800,00 Kč**

4.12.2 Instalace komponentů

Ceny instalace jsem odvodil z ceníku různých firem, kde jsem vypočítal přibližný pohybující se průměr cen. Výhodou investora je, že ve společnosti jsou elektrikáři, který by zvládnul instalaci většiny komponentů bez potíží, což by snížilo náklady instalace. Předpokládaný počet pracovníku podílejících se na realizaci projektu je 5.

Tab. 12: Ceník instalace komponentů [Vlastní zpracování]

Popis	Cena (Kč)/mj	Cena (Kč)
Stavební práce např.: instalace elektroinstalačních lišt, průrazy zdiva, začistění	350 Kč/h	15 000,00
Rozvedení kabelu	5 Kč/m	7 232,00
Instalace zásuvek	50 Kč/ks	4 100,00
Instalace rozvaděče včetně komponentů	250 Kč/h	5 000,00
Instalace a konfigurace routeru, switche atd.	250 Kč/h	10 000,00
Měření kabeláže	35 Kč/linku	2 870,00
Cena celkem		**44 202,00 Kč**

4.12.3 Cena projektu

Celková realizace projektu vyjde na 825 076 Kč. Pro snížení nákladu může investor využít dotační program „Inovace – Inovační projekt“ od Evropské unie. Tento program umožnuje získat finanční dotaci v rozmezí 1 až 50 milionů korun, kde pokrývá 45 % způsobilých výdajů. Pro investora by to představovalo snížení nákladů na částku 536 230 Kč.

Tab. 13: Celkový rozpočet [Vlastní zpracování]

Položka	Cena (v Kč)
Pasivní komponenty	409 975,74
Poskytovatel internetu	45 800,00
Práce a certifikace	44 202,00
Aktivní komponenty	325 098,48
Cena celkem	**825 076,22 Kč**

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout počítačovou sít pro středně velkou strojírenskou společnost. Při návrhu jsem se držel přesně stanovených kritérií investorem a snažil dodržovat stanovené normy.

Rozpočet na projekt nebyl investorem stanoven. Snažil jsem se ale, aby výsledná částka nepřevyšovala finanční možnost investora. Dnešní doba je také navíc plná dotačních programu, který bez problému pokryjí až 50 % veškerých nákladů. Celkově navrhnutý projekt je možné realizovat a pokud investor provede instalaci komponentů certifikovanou firmu získá po mnoho let spolehlivou a bezpečnou síť.

První část práce byly zaměřena na stanovení základní teoretických východisek, kde následovala celková analýza s detailním popisem budovy. Tyto kapitoly byly velice důležitým podkladem pro vytvoření návrhu sítě.

Na projekt jsem vybral kvalitní materiál s dostatečnou rezervou. Výrobky jsem volil od firem Belden a Panduit. Tyto výrobci jsou známý svojí kvalitou.

Investor také v budoucnu může vyžadovat propojení sítí. To mu aktivní prvky nabrání, protože naše routery umí vytvoření IPsec tunelu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1) SOSINSKY, B. *Mistrovství – počítačové sítě.* 1. vydání. Brno: Computer Press, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
2) Cisco. *Cisco.cz* [online]. San Jose: Cisco, c2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: https://www.cisco.com/c/cs_cz/index.html
3) Rozdělení sítí podle velikosti. *Coptkm.cz* [online]. Kroměříž: Střední škola – Centrum odborné přípravy technické Kroměříž, 3 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=40578&revision=-1&instance=1
4) Druhy topologií. *Home.zcu* [online]. Maláková [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://home.zcu.cz/~topinkov/druhy.html
5) Počítačové sítě - Co je to počítačová síť?. *Site.the.cz* [online]. Brno:site.the.cz, c2003 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://site.the.cz/index.php?id=1
6) Architektury komunikujících systémů. *Cs.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB-TU Ostrava fakulta elektrotechniky a informatiky, c2017 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://www.cs.vsb.cz/grygarek/PS/lect/OSI_RM.html
7) Model ISO/OSI, TCP/IP. *Ped.muni.cz* [online]. Brno: Pedagogická fakulta MU, c2009-2017, 2 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://www.ped.muni.cz/wtech/03_studium/teps/teps-02.pdf
8) ONDRÁK, V. *Počítačové sítě* [přednáška]. Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 13. 5. 2018.
9) Báječný svět počítačových sítí, část IV. - Rodina protokolů TCP/IP. *Earchiv.cz* [online]. Peterka, c2015-2017 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://www.earchiv.cz/b05/b0600001.php3
10) Co je to: Ethernet. *Unet.cz* [online]. Polička: Coma, c2015-2017 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: https://www.unet.cz/blog/2016/06/01/co-je-to-ethernet/
11) Ethernet. *Zcu.cz* [online]. [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://home.zcu.cz/~zanetah/
12) Ethernet. *Samuraj-cz.com* [online]. Bouška, c2015-2017 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://www.samuraj-cz.com/clanek/ethernet-csmacd-kolizni-domena-duplex/

13) Aktivní síťové prvky. *Coptkm.cz* [online]. Praha: Ministerstvo školství, Mládeže a Tělovýchovy, c2012, 3 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=40668&revision=-1&instance=1

14) Aktivní síťové prvky. *moodle.vscht.cz* [online]. Praha: Vysoká škola Chemicko-Technologická v Praze, 5 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: http://moodle.vscht.cz/pluginfile.php/2443/mod_resource/content/0/Akt_sit_prvky.pdf

15) Počítačová síť. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, c2001-2017 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Poč%C3%ADtačová_s%C3%ADť

16) ONDRÁK, V. a V. JORDÁN. *Infrastruktura komunikačních systémů I univerzální kabelážní systémy*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5

17) *Veřejný rejstřík a sbírka listin* [online]. Brno: Ministerstvo spravedlnosti, c2015 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik

18) *Elstavkurim opravy obráběcích strojů* [online]. Kuřím: Elstav, c2015 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: http://www.elstavkurim.cz

19) Metalická kabeláž. *Sspbrno.cz* [online]. Brno: SSPBRNO, c2015, 10 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: https://moodle.sspbrno.cz/pluginfile.php/19713/mod_resource/content/1/METALICKA-teorie.pdf

20) STRUKTUROVANÝ KABELÁŽNÍ SYSTÉM příručka. *Variant.cz* [online]. Třebíč: Variant plus, c2008-2015, 48 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: https://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf

21) JORDÁN, V. *Komunikační infrastruktura* [přednáška]. Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 13. 5. 2018.

22) Koaxiální kabely. *Earchiv.cz* [online]. Peterka, c2015 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.earchiv.cz/verze1996/a643k150.htm

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

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

25) El ABC del cableado de data - MSI Networks. *MSI Networks SRL - Integrador de Soluciones de TI* [online]. Rep. Dominicana: MSI Networks, c2018 [cit. 11.05.2018]. Dostupné z: https://msinetworks.com.do/blog/el-abc-del-cableado-de-data/

26) UTP Integrovaný patch 10" panel 8p. 1U. *ALDIG.CZ* [online]. Praha: ALDIG, s.r.o, 2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.aldig.cz/katalog/717/10-patch-panel/67828/utp-integrovany-patch-10-panel-8p-1u/

27) EuroLan Patch panel 19" - 1U, 24 portů, prázdný, zemněný, STP ready. *Discomp.cz* [online]. Plzeň: Discomp, c2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: https://www.discomp.cz/eurolan-patch-panel-19-1u-24-portu-prazdny-zemneny-stp-ready_d68844.html

28) UTP MiniJack RJ45 cat .5 - černý. *Kassex.cz* [online]. Kroměříž: Kassex, c2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.kassex.cz/

29) *Schrack.cz* [online]. Praha: Schrack, c2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: https://www.schrack.cz/

30) Tritón – datové a silové rozvaděče. *Abbas.cz* [online]. Brno: Abbas, c2011-2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.abbas.cz/produkty-a-sluzby/technologie/it-scs/triton-datove-a-silove-rozvadece/

31) ORGANIZÉR KABELŮ HORIZONTÁLNÍ 1U MTD06. *Linkbasic.eu* [online]. Przeźmierowo: Linkbasic, c2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.linkbasic.eu/cs/organizer-kabelu-horizontalni-1u-mtd06

32) Vertikální Wire management panel přes 45U – jednostranný. *Kassex.cz* [online]. Kroměříž: Kassex, c2017 [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.kassex.cz/produkt/WMPVF45E

33) CyberPower GreenPower Office LCD RM UPS 1500VA/900W, 1U. *Tsbohemia.cz* [online]. c2018 [cit. 13.05.2018]. Dostupné z: https://www.tsbohemia.cz/cyberpower-greenpower-office-lcd-rm-ups-1500va-900w-1u_d290397.html

34) *Panduit.com* [online]. Germans: Panduit, c2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: https://www.panduit.com/en/home.html

35) *Belden.com* [online]. Germans: Belden, c2018 [cit. 11.05.2018]. Dostupné z: https://www.belden.com/

36) *Nahlizenidokn.cuzk.cz* [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, c2004-2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: http://nahlizenidokn.cuzk.cz/

37) Acar Přepěťová ochrana 504WF Rack 19" 5m. *Mironet.cz* [online]. Praha: Mironet c2018 [cit. 11.05.2018]. Dostupné z: https://www.mironet.cz/acar-prepetova-ochrana-504wf-rack-19quot-5m-cerna+dp183049/#5831933

38) *Server-rack-online.com* [online]. USA: Server rack online, c1995-2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: http://www.server-rack-online.com/

39) *Broadrack.com* [online]. Taiwan: Broadrack, c2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: http://www.broadrack.com/product/lcdconsole/unicornseries19.html

40) *CZC.cz* [online]. Praha: CZC, c2018 [cit. 11.05.2018]. Dostupné z: https://www.czc.cz

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

PAN	personal-area Network
LAN	local-area network
MAN	metropolitan-area network
WAN	wide-area network
OSI	Open System Interconnection
ISO	International Organization for Standardization
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
ARPANET	Advanced Research Projects Agency NETwork
Log	Logaritmus
UDP	User Datagram Protocol
LTE	Long Term Evolution
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
VPN	virtual private network
MAC	Media Access Control
IKS	Infraturktura komunikačních systému
ČSN	Česká technická norma
Hz	Hertz

UTP	Unshielded Twisted Pair
STP	Shielded Twisted Pair
FTP	Foiled Twisted Pair
ISTP	Individually Shielded Twisted Pair
MM	Multi Mode
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
WiFi	Wireless fidelity
AP	Access point
PC	Personal computer
UPS	Uninterruptible Power Supply/Source
U	unit
ODF	Optický rozvaděč
NP	nadzemní podlaží
FO	fiber optic
NAS	Network Attached Storage
SFP	small form-factor pluggable

SEZNAM GRAFŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Ukázka jednoduché sítě 14
Obr. 2: Rozdělení sítí podle velikosti 15
Obr. 3: Nejčastější podoby fyzických topologií v počítačových sítí 17
Obr. 4: Komunikace mezi párovými systémy 19
Obr. 5: Princip algoritmu CSMA/CD 23
Obr. 6: Vývoj rychlosti Ethernetu 24
Obr. 7: Princip duplikovaní signálu pomocí HUB 25
Obr. 8: Posílaní dat do jiného segmentu sítě přes bridge 26
Obr. 9: Omezení komunikace s bridgem v rámci segmentu 26
Obr. 10: Učení MAC adres a ukládání do tabulky MAC2Prot (vlevo) a odpověď příjemce (vpravo) 27
Obr. 11: Určování nevýhodnější cesty k cílů 28
Obr. 12: Definice linky 29
Obr. 13: Definice kanálu 29
Obr. 14: Blokové schéma sekcí univerzálního kabelážního systému 32
Obr. 15: Sekce kabelážního systému rozkládající se vnitru budovy 32
Obr. 16: Vnitřní stavba koaxiálního kabelu 33
Obr. 17: Vnitřní stavba UTP, STP, FTP a ISTP kabelu 35
Obr. 18: Šíření světelného vidu jednovidovém a mnohovidovém optickém kabelu 36
Obr. 19: Ukázka integrovaných(vlevo) a modulárních (vpravo) zásuvek 38
Obr. 20: UTP MiniJack RJ45 cat .5 – černý (vlevo) a FO LC MM duplex adapter – černý (vpravo) 38
Obr. 21: Modulární patch-panel 39
Obr. 22: Integrovaná patch-panel 39
Obr. 23: Ukázka nástěnných(vlevo) a stojanových (vpravo) datových rozvaděčů 40
Obr. 24: Horizontální organizér D-ring oka 40
Obr. 25: Vertikální organizér hřebenový 40

Obr. 26: Příklad identifikačního značení(vlevo), informačního značení(uprostřed) a výstražného značení (vpravo) 41
Obr. 27: Příklad tuzemských i zahraničních zákazníků 44
Obr. 28: Organizační struktura společnosti 45
Obr. 29: Nabídka výrobků 46
Obr. 30: SWOT analýza společnosti 46
Obr. 31: Umístění budov 47
Obr. 32: Výpis z katastru nemovitosti budovy A 48
Obr. 33: Výpis z katastru nemovitosti 48
Obr. 34: Stavební plány 1.NP a 2.NP budovy A 49
Obr. 35: Stavební plán budovy 50
Obr. 36: Obr: Současná vybudovaná síť 52
Obr. 37: Belden FX Breakout, LSZH plášť, 6 vláken 59
Obr. 38: Multimodový duplexní konektor Panduit FL3CDM3.0BL 59
Obr. 39: BELDEN kabel pro strukturované kabeláže, nestíněný, kategorie 5E, drát, LSZH/FRNC plášť 59
Obr. 40: Štítky Panduit LJSL1-Y3-5 59
Obr. 41: Čelní desky Panduit T7OFH4IW, CFP2BL a CFP1WH 60
Obr. 42: Štítky Panduit C200X100FJJ 61
Obr. 43: Elektroinstalační krabice JBP1FSIW a JBP2FSIW 61
Obr. 44: Komponent Panduit WCM35DBFIW 61
Obr. 45: Kabelový systém Panduit COVE a T-45 62
Obr. 46: Ukázka komponentu kabelového systému Panduit COVE a T-45 62
Obr. 47: Chránička 36 FX-Ready 36, 320N, sv.šedá s protahovacím drátem 63
Obr. 48: KOPOBOX 80 rám podlahové krabice s víkem, 330x260x62mm 64
Obr. 49: Rozmístění podlahových krabic z hlediska pracovních stolů 64
Obr. 50: Modulární patch panel, 24 portu/1U, nestíněný, Mini-Com s vyvazovací lištou Panduit CP24WSBLY 64

Obr. 51: Štítky pro značení portů Patch Panelu Panduit C150X075FJJ a záslepka do patch panelu Panduit CMBBL-C Moduly Keystone 65
Obr. 52: Panduit CJ5E88TGWH-C Keystone Jack RJ45, cat.5 – bílý........................... 65
Obr. 53: Klíčovaná záslepka Panduit PSL-DCJB-G 65
Obr. 54: Optická vana Panduit NKFD1W12AQDLC 66
Obr. 55: Datový rozvaděče Panduit E6412B1 24U a Panduit E6212B1 12U................ 66
Obr. 56: Horizontální organizér s předním krytem Panduit WMPFSE.......................... 67
Obr. 57: Záslepky Panduit TLBP1R-V a TLBP2R-V 67
Obr. 58: Přepěťová ochrana Acar 504WF Rack, 19", 5m, černá 68
Obr. 59: Ventilační panel Fan Tray - 972 CFM s termostatem 68
Obr. 60: KVM LCD modular console, Wave KVM ,19", 8-port KVM, 1U, single rail 69
Obr. 61: Triton police A1 s perforací RAB-UP-750-A1, 750 mm, nosnost 40Kg......... 69
Obr. 62: Router Cisco 4431 75
Obr. 63: SFP modul Transceiver Cisco Gigabit Eth.SX SFP LC, MGBSX1................. 76
Obr. 64: Switch CISCO SG500X-24-K9-G5 76
Obr. 65: Switch CISCO SRW2048-K9-EU... 76
Obr. 66: Wi-fi Access point Cisco WAP 371.. 77
Obr. 67: CyberPower Green Power Office RM UPS 1500VA/900W............................ 78

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Specifikace vrstev referenčního modelu OSI 20

Tab. 2: Referenční model ISO/OSI a architektura TCP/IP 22

Tab. 3: Třída a kategorie metalické kabeláže 30

Tab. 4: Charakteristiky metalické kabeláže 33

Tab. 5: Definice standardu podle pásma a přenosové rychlosti 36

Tab. 6: Maximální dosah standardů 37

Tab. 7: Charakteristika místností 51

Tab. 8: Současné hardwarové vybavení společnosti 52

Tab. 9: Návrh přípojných míst pro budovu A 57

Tab. 10: Návrh přípojných míst pro budovu B 57

Tab. 11: Cenný připojení k internetu od poskytovatel IPEX s.r.o 79

Tab. 12: Ceník instalace komponentů 79

Tab. 13: Celkový rozpočet 80

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Technické parametry budovy i
Příloha 2: Celková charakteristika místnost ii
Příloha 3: Budoucí úmysly investora iv
Příloha 4: Legenda pro přílohu č. 5 až č. 7 vi
Příloha 5: Vedení kabelových tras v budově A 1.NP vii
Příloha 6: Vedení kabelových tras v budově A 2.NP viii
Příloha 7: Vedení kabelových tras v budově B ix
Příloha 8: Návrh datových rozvaděčů DR1, DR2 a DR3 x
Příloha 9: Návrh datového rozvaděče DR4 xi
Příloha 10: Osazení patch panelu xii
Příloha 11: Kabelová tabulka horizontální sekce xiii
Příloha 12: Kabelová tabulka primárních kabelů páteřní sekce xvii
Příloha 13: Kabelová tabulka redundantních kabelů páteřní sekce xviii
Příloha 14: Kabelová tabulka patchordu propojující router se switchemi xix
Příloha 15: Rozpočet pasivních komponentů xx
Příloha 16: Rozpočet aktivních komponentů xxiv
Příloha 17: Logické schéma sítě xxv

Příloha 1: Technické parametry budovy [Vlastní zpracování]

	Budova A–1.NP sídla a výrobní haly	Budova A–2.NP sídla a výrobní haly	Budova B–1.NP skladu
Výška pater			
Celková výška	3,6	3,0	8
Světlá výška	3,6	3,0	8
Falešný strop	0	0	0
Konstrukční výška pater			
Celková konstrukční výška	3,90	3,35	8,30
Světlá výška	3,6	3	8
Síla pater	0,30	0,35	0,30
Šířka stěn			
Obvodové stěny		25 – 40	
Nosné stěny		35 – 44	
Příčky		10 – 15	
Nosnost			
203-304 kg/m3	A 1.1, A 1.3, A 1.6, A 1.7	A 2.1, A 2.2, A 2.5, A 2.6, A 2.7, A 2.8, A 2.9, A 2.10	-
203-400 kg/m3	A 1.5, A 1.2, A 1.15, A 1.4,	A 2.3, A 2.4, A 2.11, A 2.12, A 2.16	-
203-800 kg/m3	A 1.8, A 1.9, A 1.10, A 1.11, A 1.12, A1.13, A.1.14, A 1.16	A 2.13, A 2.14, A 2.15	B 1.1, B 1.2, B 1.3, B 1.4
Konstrukce budovy			
Patra	Keramický hurdový strop do ocelových nosníku opatřený vápennou omítkou		Strop z ocelových nosníku s plechovým záklopem
Stěny	Zdivo z bloků Keramotherm		Tvárnice
Podlahy			
Keramická dlažba	Místnosti A 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7	Místnosti A 2.1 až 2.14	B 1.2, B 1.3, B 1.4
Beton	Zbylé místnosti	Místnosti A 2.15 až 2.16	B 1.1

Příloha 2: Celková charakteristika místnost [Vlastní zpracování]

Budova	Číslo místnosti	Název místnosti	Funkce místností	Plocha v m2	Počet uživatelů/max. počet uživatelů	Technické vybavení
Budova A–1.NP	A 1.1, A 1.3	Komerční prostory	Prostory k pronájmu	36, 30	-	-
	A 1.2, A 1.5, A 1.15	Schodiště	A 1.2 - Hlavní vstup do společnosti, A 1.5 - Vstup do společnosti z parkoviště, A 1.15 - Vstup do technické knihovny	25, 20, 9	-	-
	A 1.4, A 1.8, A 1.16	Vjezd, parkoviště a dvůr	A 1.4 - Vjezd do firemního parkoviště, A 1.8 - Firemní parkoviště, A 1.16 - Uskladnění materiálu a sběrný dvůr odpadu	54, 303, 327	-	-
	A 1.6	Chodba	Vstup do výrobních místností	10	-	-
	A 1.7	Kancelář Provozní manažera	Administrativní kancelář	18	1/2	1 PC, 1 Tiskárna
	A 1.9	Montážní hala	Sestavování rozvaděčů	47	2/3	-
	A 1.10	Montážní hala		42	3/4	-
	A 1.11	Zámečnická dílna	Lisování a svařování kovů	60	1/3	-
	A 1.12	Lakovna	Lakování strojů po generální opravě	66	1/0	-
	A 1.13	Výrobní hala	Generální opravy a repase strojů	170	4/8	-
	A 1.14	Zámečnická dílna	Obrábění kovu NC a CNC stroji	74	2/3	-
Budova A–2.NP	A 2.1, A 2.2	Komerční prostory	Prostory k pronájmu	60, 78	-	-
	A 2.3, A 2.4, A 2.16	Chodba se schodištěm do přízemí	A 2.3 - Hlavní východ ze společnosti, A 2.4 - Východ ze společnosti na parkoviště, A 2.16 - Vstup do technické knihovny	86, 20, 9	-	-
	A 2.5	Sprchy a WC	Sociální služby	11	-	-

	A 2.6	Kancelář technického manažer	Administrativní kancelář	18	1/2	1PC, 1 Tiskárna, 1 Switch
	A 2.7	Kancelář obchodního manažera		18	1/2	1PC, 1 Tiskárna
	A 2.8	Kancelář finančního manažera		18	1/2	1PC, 1 Tiskárna
	A 2.9	Kancelář účetní		18	1/2	1PC, 1 Tiskárna
	A 2.10	Sekretářka		14,3 kancelář + 20 chodba	1/1	1PC, 1 Tiskárna
	A 2.11	Konferenční místnost	Porady	33	Pří radě až 6, v případě návštěvy investorů až 10	1Router,1 Switch
	A 2.12	Vedení společnosti	Kancelář jednatel	46	2/1	2PC, 1 Tiskárna
	A 2.13	Vedení společnosti	Nevyužité prostory	75	-	-
	A 2.14	WC a sprcha	Sociální služby	10	-	-
	A 2.15	Archiv technických výkresů	Umístění technických výkresů a dokumentace	74	1/1	-
Budova B–1.NP	**B 1.1**	Sklad oběžných aktiv	Uskladňování materiálu určeného k potřebám společnosti	430	4/8	-
	B 1.2	Sprcha a WC	Sociální potřeby	5	-	-
	B 1.3	Kancelář skladníka	Administrativní kancelář	30	4/2	-
	B 1.4	Příjem a výdej oběžných aktiv	Administrativní kancelář	10	1/2	-

Příloha 3: Budoucí úmysly investora [Vlastní zpracování]

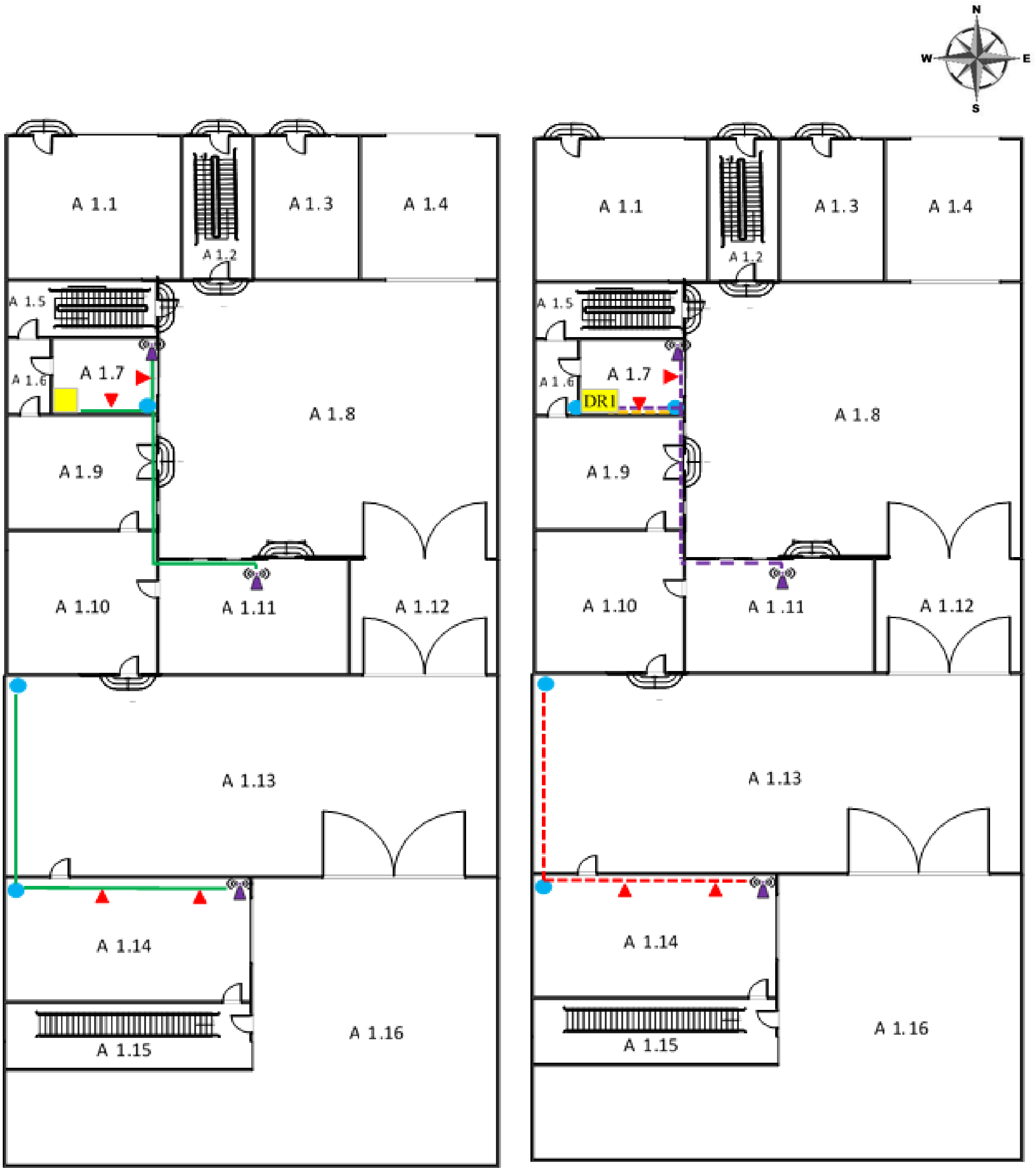
		Pasivní síťové prvky		Aktivní síťové prvky		Vybavení		
Budova	**Číslo místnosti**	**Datová zásuvka**	**Počet Portu (požadavek+ rezerva)**	**Umístění prvků**	**Pokrytí Wi-Fi**	**Pc**	**Tiskárna**	**Jiné vybavení**
Budova A–1.NP	**A 1.1, A 1.3**	Investor se nechce zavazovat s dodávkou internetu						
	A 1.2, A 1.5, A 1.15	-	-	-	ANO	-	-	-
	A 1.4, A 1.8, A 1.16	-	-	-		-	-	-
	A 1.6	-	-	-		-	-	-
	A 1.7	ANO	2+2	Switch a AP		1	1	Umístění datového rozvaděče
	A 1.9	-	-	-		-	-	-
	A 1.10	-	-	-		-	-	-
	A 1.11	-	-	AP		-	-	-
	A 1.12	-	-	-		-	-	-
	A 1.13	ANO	-	-		-	-	-
	A 1.14		2+2	AP		1	1	-
Budova A–2.NP	**A 2.1, A 2.2**	Investor se nechce zavazovat s dodávkou internetu						
	A 2.3, A 2.4, A 2.16	-	-	-	ANO	-	-	-
	A 2.5	-	-	-		-	-	-
	A 2.6	ANO	2+2	AP		1	1	-
	A 2.7		2+2	-		1	1	-
	A 2.8		2+2	-		1	1	-
	A 2.9		2+2	-		1	1	-
	A 2.10		2+2	Switch		1	1	-
	A 2.11		4+4	-		-	-	-
	A 2.12		4+2	AP		1	1	1x Smart TV

	A 2.13		2+2	Server, NAS, Router, switch		1	1	Umístění datového rozvaděče, 1x Smart TV
	A 2.14	-	-	-		-	-	-
	A 2.15	ANO	2+2	AP		1	1	-
Budova B–1.NP	**B 1.1**	ANO	-	AP	ANO	-	-	-
	B 1.2	-	-	-		-	-	-
	B 1.3	ANO	4+4	Router a switch		2	1	1x Smart TV
	B 1.4		4+2	-		1	1	-

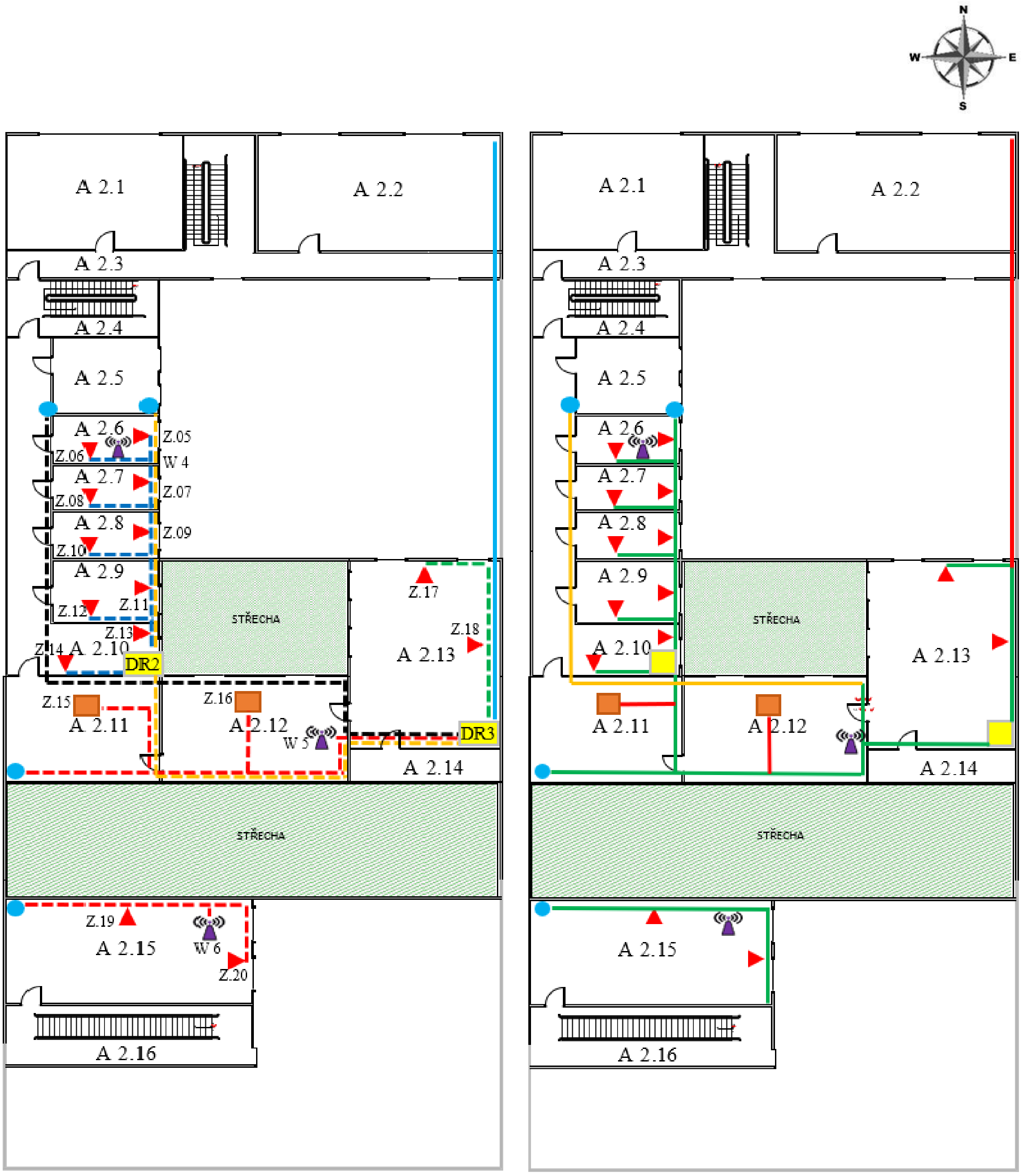
Příloha 4: Legenda pro přílohu č. 5 až č. 7 [Vlastní zpracování]

Pol.	Grafická značka	Význam
1		Patření trasa (hlavní)
2		Patření trasa (záložní)
3		Kabelové trasa A
4		Kabelová trasa B
5		Kabelová trasa C
6		Kabelová trasa D
7		Kabel vedený v plastové chráničce
8		Kabel vedený v původní plastové chráničce
9		Kabel vedený ve vodících plastových lištách
10		Přívod internetu
11		Datová zásuvka
12		Podlahová krabice s datovými moduly
13		Datový rozvaděč
14		Kabel vedený vertikálně
15		Přístupové body (AP)

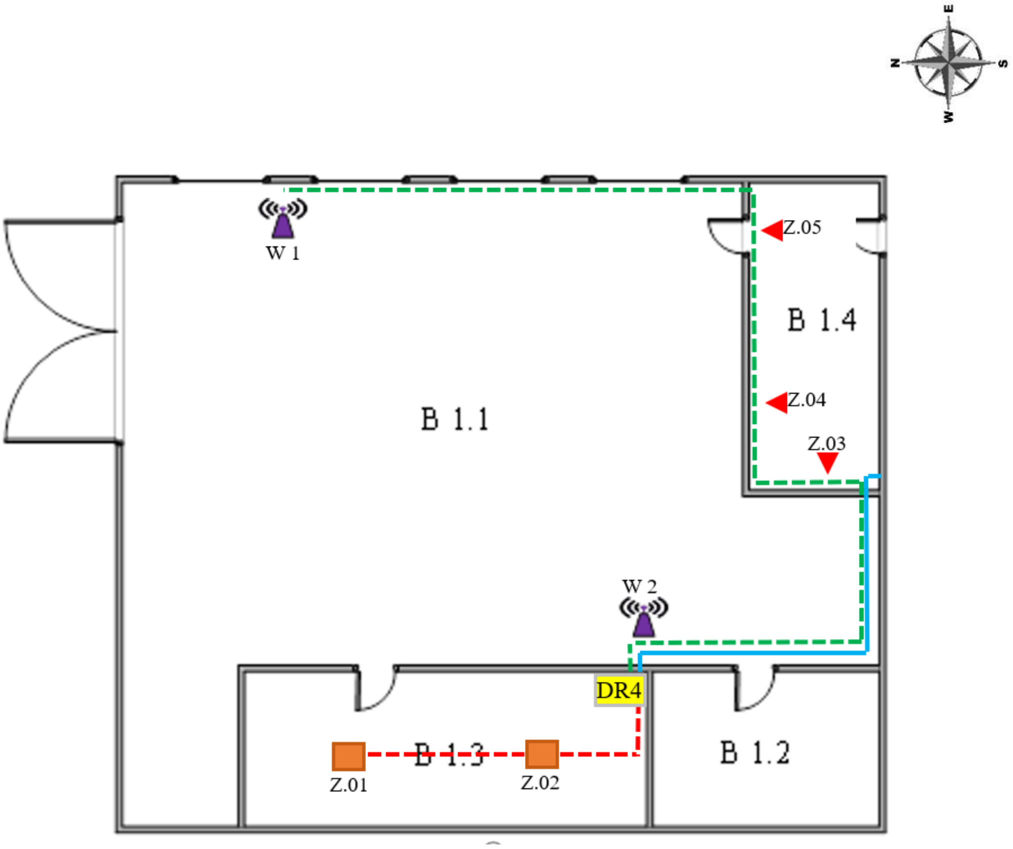
Příloha 5: Vedení kabelových tras v budově A 1.NP [Vlastní zpracování]

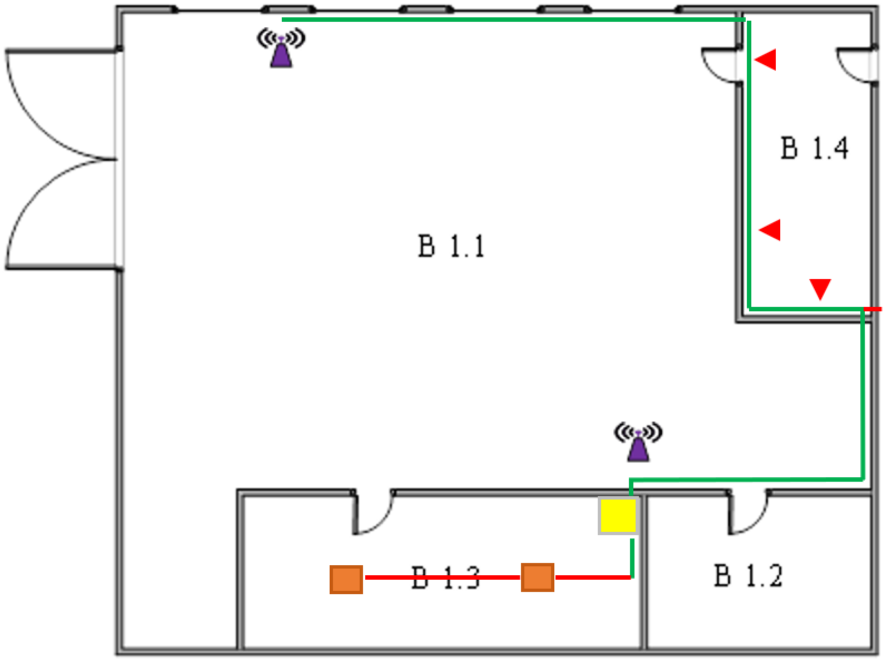


Příloha 6: Vedení kabelových tras v budově A 2.NP [Vlastní zpracování]



Příloha 7: Vedení kabelových tras v budově B [Vlastní zpracování]





Příloha 8: Návrh datových rozvaděčů DR1, DR2 a DR3 [Vlastní zpracování]

DR1		
U	Položka	Označení
U1	Ventilátor	
U2	1U Záslepka	
U3	Optická vana	A_OV1
U4	Switch	A_SV1
U5	Vyvazovací panel	
U6		
U7	Patch panel	A_PP1
U8	2U Záslepky	
U9		
U10	1U Záslepka	
U11	Napájecí panel	
U12		

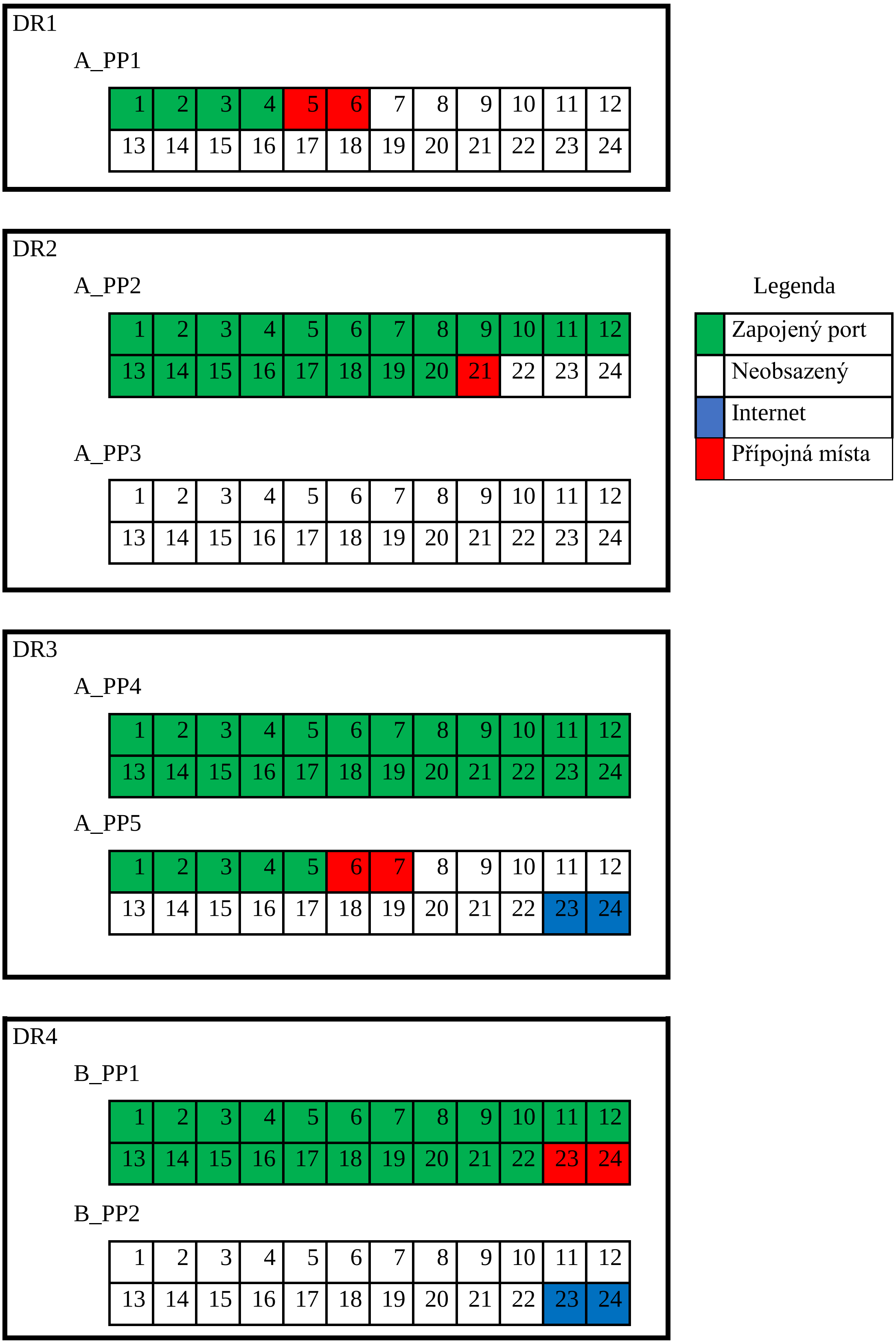
DR2		
U	Položka	Označení
U1	Ventilátor	
U2	1U Záslepka	
U3	Optická vana	A_OV2
U4	Switch	A_SV2
U5	Vyvazovací panel	
U6		
U7	Patch panel	A_PP2
U8	Vyvazovací panel	
U9	Patch panel	A_PP3
U10	1U Záslepka	
U11	Napájecí panel	
U12		

DR3		
U	Položka	Označení
U1	Ventilátor	
U2	1U záslepka	
U3	Optická vana	A_OV3
U4	Router	A_R1
U5	1U Záslepka	
U6	Switch	A_SV3
U7	Vyvazovací panel	
U8		
U9	Patch panel	A_PP4
U10	Vyvazovací panel	
U11	Patch panel	A_PP5
U12	Integrovaná konzole	
U13	Server	
U14	Datové uložiště	
U15		
U16	Režírující disketové uložiště	
U17		
U18	2U Záslepky	
U19		
U20	UPS Zdroj	
U21	Napájecí panel	
U22		
U23	Napájecí panel	
U24		

Příloha 9: Návrh datového rozvaděče DR4 [Vlastní zpracování]

DR4		
U	**Položka**	**Označení**
U1	Ventilátor	
U2	1U Záslepka	
U3	Optická vana	B_OV1
U4	Router	B_R2
U5	1U Záslepka	
U6	Switch	B_SV1
U7	Vyvazovací panel	
U8		
U9	Patch panel	B_PP1
U10	Vyvazovací panel	
U11	Patch panel	B_PP2
U12	1U Záslepky	
U13	2U Záslepka	
U14		
U15		
U16		
U17		
U18		
U19		
U20		
U21		
U22		
U23	Napájecí panel	
U24		

Příloha 10: Osazení patch panelu [Vlastní zpracování]



Příloha 11: Kabelová tabulka horizontální sekce [Vlastní zpracování]

Číslo patch panelu	Číslo místnosti	Porty patch panelu	Označení portu patch panelu	Zásuvka	Označení portu datové zásuvky	Označení kabelu	Porty switchu	Označení patchcordu	Délka kabelu
A_PP1	A 1.7	1	1.7_1A	Z.01	Z.01A	1.7_1A	SV1_1	1.7_1A-SV1_1	7,6
		2	1.7_1B		Z.01B	1.7_1B	SV1_2	1.7_1B-SV1_2	
		3	1.7_2A	Z.02	Z.02A	1.7_2A	SV1_3	1.7_2A-SV1_3	1,8
		4	1.7_2B		Z.02B	1.7_2B	SV1_4	1.7_2B-SV1_4	
		5	1.7_W1	W1	W1	1.7_W1	SV1_5	1.7_W1-SV1_5	9,4
	A 1.11	6	1.11_W2	W2	W2	1.11_W2	SV1_6	1.11_W2-SV1_6	22,9
	-	7-24	Rezerva						
A_PP2	A 2.6	1	2.6_5A	Z.05	Z.06A	2.6_5A	SV2_1	2.6_5A-SV2_1	14,5
		2	2.6_5B		Z.06B	2.6_5B	SV2_2	2.6_5B-SV2_2	
		3	2.6_6A	Z.06	Z.06A	2.6_6A	SV2_3	2.6_6A-SV2_3	15,2
		4	2.6_6B		Z.06B	2.6_6B	SV2_4	2.6_6B-SV2_4	
	A 2.7	5	2.7_7A	Z.07	Z.07A	2.7_7A	SV2_5	2.7_7A-SV2_5	11,5
		6	2.7_7B		Z.07B	2.7_7B	SV2_6	2.7_7B-SV2_6	
		7	2.7_8A	Z.08	Z.08A	2.7_8A	SV2_7	2.7_8A-SV2_7	12,2
		8	2.7_8B		Z.08B	2.7_8B	SV2_8	2.7_8B-SV2_8	
	A 2.8	9	2.8_9A	Z.09	Z.09A	2.8_9A	SV2_9	2.8_9A-SV2_9	8,5
		10	2.8_9B		Z.09B	2.8_9B	SV2_10	2.8_9B-SV2_10	
		11	2.8_10A	Z.10	Z.10A	2.8_10A	SV2_11	2.8_10A-SV2_11	9,5
		12	2.8_10B		Z.10B	2.8_10B	SV2_12	2.8_10B-SV2_12	
	A 2.9	13	2.9_11A	Z.11	Z.11A	2.9_11A	SV2_13	2.9_11A-SV2_13	6,1
		14	2.9_11B		Z.11B	2.9_11B	SV2_14	2.9_11B-SV2_14	
		15	2.9_12A	Z.12	Z.12A	2.9_12A	SV2_15	2.9_12A-SV2_15	6,7
		16	2.9_12B		Z.12B	2.9_12B	SV2_16	2.9_12B-SV2_16	
	A 2.10	17	2.10_13A	Z.13	Z.13A	2.10_13A	SV2_17	2.10_13A-SV2_17	3,3
		18	2.10_13B		Z.13B	2.10_13B	SV2_18	2.10_13B-SV2_18	

		19	2.10_14A	Z.14	Z.14A	2.10_14A	SV2_19	2.10_14A-SV2_19	5
		20	2.10_14B		Z.14B	2.10_14B	SV2_20	2.10_14B-SV2_20	
	A 2.6	21	2.6_W4	W4	W4	2.6_W4	SV2_21	2.6_W4-SV2_21	15
	-	22-24	Rezerva						
A_PP3	-	1-24	Rezerva						
A_PP4	A 2.11	1	2.11_15A	Z.15	Z.15A	2.11_15A	SV3_1	2.11_15A-SV3_1	22,4
		2	2.11_15B		Z.15B	2.11_15B	SV3_2	2.11_15B-SV3_2	
		3	2.11_15C		Z.15C	2.11_15C	SV3_3	2.11_15C-SV3_3	
		4	2.11_15D		Z.15D	2.11_15D	SV3_4	2.11_15D-SV3_4	
		5	2.11_15E		Z.15E	2.11_15E	SV3_5	2.11_15E-SV3_5	
		6	2.11_15F		Z.15F	2.11_15F	SV3_6	2.11_15F-SV3_6	
		7	2.11_15G		Z.15G	2.11_15G	SV3_7	2.11_15G-SV3_7	
		8	2.11_15H		Z.15H	2.11_15H	SV3_8	2.11_15H-SV3_8	
	A 2.12	9	2.12_16A	Z.16	Z.16A	2.12_16A	SV3_9	2.12_16A-SV3_9	15,8
		10	2.12_16B		Z.16B	2.12_16B	SV3_10	2.12_16B-SV3_10	
		11	2.12_16C		Z.16C	2.12_16C	SV3_11	2.12_16C-SV3_11	
		12	2.12_16D		Z.16D	2.12_16D	SV3_12	2.12_16D-SV3_12	
		13	2.12_16E		Z.16E	2.12_16E	SV3_13	2.12_16E-SV3_13	
		14	2.12_16F		Z.16F	2.12_16F	SV3_14	2.12_16F-SV3_14	
		15	2.12_16G		Z.16G	2.12_16G	SV3_15	2.12_16G-SV3_15	
		16	2.12_16H		Z.16H	2.12_16H	SV3_16	2.12_16H-SV3_16	
	A 2.13	17	2.13_17A	Z.17	Z.17A	2.13_17A	SV3_17	2.13_17A-SV3_17	13,6
		18	2.13_17B		Z.17B	2.13_17B	SV3_18	2.13_17B-SV3_18	
		19	2.13_18A	Z.18	Z.18A	2.13_18A	SV3_19	2.13_18A-SV3_19	5
		20	2.13_18B		Z.18B	2.13_18B	SV3_20	2.13_18B-SV3_20	
	A 2.15	21	2.15_19A	Z.19	Z.19A	2.15_19A	SV3_21	2.15_19A-SV3_21	35
		22	2.15_19B		Z.19B	2.15_19B	SV3_22	2.15_19B-SV3_22	

		23	2.15_20A	Z.20	Z.20A	2.15_20 A	SV3_23	2.15_20A-SV3_23	42,4
		24	2.15_20B		Z.20B	2.15_20 B	SV3_24	2.15_20B-SV3_24	
A_PP5	A 1.14	1	1.14_3A	Z.03	Z.3A	1.14_3A	SV3_25	1.14_3A-SV3_25	34
		2	1.14_3B		Z.3B	1.14_3B	SV3_26	1.14_3B-SV3_26	
		3	1.14_4A	Z.04	Z.4A	1.14_4A	SV3_27	1.14_4A-SV3_27	36
		4	1.14_4B		Z.4B	1.14_4B	SV3_28	1.14_4B-SV3_28	
		5	1.14_W3	W3	W3	1.14_W3	SV3_29	1.14_W3-SV3_29	40
	A 2.12	6	2.12_W5	W5	W5	2.12_W5	SV3_30	2.12_W5-SV3_30	7
	A 2.15	7	2.14_W6	W6	W6	2.14_W6	SV3_31	2.14_W6-SV3_31	39
	-	23-24	I	-	-	I-net	-	-	35
	-	8-23	Rezerva						
B_PP1	B 1.3	1	1.3_1A	Z.1	Z.1A	1.3_1A	SV1_1	1.3_1A-SV1_1	9
		2	1.3_1B		Z.1B	1.3_1B	SV1_2	1.3_1B-SV1_2	
		3	1.3_1C		Z.1C	1.3_1C	SV1_3	1.3_1C-SV1_3	
		4	1.3_1D		Z.1D	1.3_1D	SV1_4	1.3_1D-SV1_4	
		5	1.3_1E		Z.1E	1.3_1E	SV1_5	1.3_1E-SV1_5	
		6	1.3_1F		Z.1F	1.3_1F	SV1_6	1.3_1F-SV1_6	
		7	1.3_1G		Z.1G	1.3_1G	SV1_7	1.3_1G-SV1_7	
		8	1.3_1H		Z.1H	1.3_1H	SV1_8	1.3_1H-SV1_8	
		9	1.3_2A	Z.2	Z.2A	1.3_2A	SV1_9	1.3_2A-SV1_9	5
		10	1.3_2B		Z.2B	1.3_2B	SV1_10	1.3_2B-SV1_10	
		11	1.3_2C		Z.2C	1.3_2C	SV1_11	1.3_2C-SV1_11	
		12	1.3_2D		Z.2D	1.3_2D	SV1_12	1.3_2D-SV1_12	
		13	1.3_2E		Z.2E	1.3_2E	SV1_13	1.3_2E-SV1_13	
		14	1.3_2F		Z.2F	1.3_2F	SV1_14	1.3_2F-SV1_14	
		15	1.3_2G		Z.2G	1.3_2G	SV1_15	1.3_2G-SV1_15	
		16	1.3_2H		Z.2H	1.3_2H	SV1_16	1.3_2H-SV1_16	
	B 1.4	17	1.4_3A	Z.3	Z.3A	1.4_3A	SV1_17	1.4_3A-SV1_17	18,8
		18	1.4_3B		Z.3B	1.4_3B	SV1_18	1.4_3B-SV1_18	

		19	1.4_4A	Z.4	Z.4A	1.4_4A	SV1_19	1.4_4A-SV1_19	24,1
		20	1.4_4B		Z.4B	1.4_4B	SV1_20	1.4_4B-SV1_20	
		21	1.4_5A	Z.5	Z.5A	1.4_5A	SV1_21	1.4_5A-SV1_21	28,1
		22	1.4_5B		Z.5B	1.4_5B	SV1_22	1.4_5B-SV1_22	
	B 1.1	23	1.1_W1	W1	W1	1.1_W1	SV1_23	1.1_W1-SV1_23	42,8
		24	1.1_W2	W2	W2	1.1_W2	SV1_24	1.1_W2-SV1_24	5
B_PP2	-	1-22	Rezerva						
	-	23-24	I	-	-	I-net	-	-	20

Poznámka	
1	Značení switche a jeho portů v datových rozvaděčích DR1 a DR4 je totožné.
2	Přesná specifikace internetového kabelu závisí na poskytovateli internetu.

Příloha 12: Kabelová tabulka primárních kabelů páteřní sekce [Vlastní zpracování]

Kabelová trasa		Optická vana	Délka kabelu hlavni	Označení primárního kabelu	Označení vlákna	Číslo portů vany
DR3	**DR1**	A_OV1	42,2	A_R1/A_SV1	A_R1/A_SV1-1	1
					A_R1/A_SV1-2	
					A_R1/A_SV1-3	2
					A_R1/A_SV1-4	
					A_R1/A_SV1-5	3
					A_R1/A_SV1-6	
	DR2	A_OV2	22,4	A_R1/A_SV2	A_R1/A_SV2-1	1
					A_R1/A_SV2-2	
					A_R1/A_SV2-3	2
					A_R1/A_SV2-4	
					A_R1/A_SV2-5	3
					A_R1/A_SV2-6	

Příloha 13: Kabelová tabulka redundantních kabelů páteřní sekce [Vlastní zpracování]

Kabelová trasa		Optická vana	Délka kabelu záložní trasy	Označení redundantní trasy	Označení vlákna	Číslo portů vany
DR3	**DR1**	A_OV1	41,8	A_R1/A_SV1(R)	A_R1/A_SV1(R)-1	4
					A_R1/A_SV1(R)-2	
					A_R1/A_SV1(R)-3	5
					A_R1/A_SV1(R)-4	
					A_R1/A_SV1(R)-5	6
					A_R1/A_SV1(R)-6	
	DR2	A_OV2	20,6	A_R1/A_SV2(R)	A_R1/A_SV2(R)-1	4
					A_R1/A_SV2(R)-2	
					A_R1/A_SV2(R)-3	5
					A_R1/A_SV2(R)-4	
					A_R1/A_SV2(R)-5	6
					A_R1/A_SV2(R)-6	

Příloha 14: Kabelová tabulka patchordu propojující router se switchemi [Vlastní zpracování]

Router	Switch	Porty optické vany	Hlavní patchcord	Redundantní patchcord
A_R1	A_SV1	1 a 4	PC.A_R1/A_SV1	PC.A_R1/A_SV1(R)
	A_SV2		PC.A_R1/A_SV2	PC.A_R1/A_SV2(R)
	A_SV3	-	PC.A_R1/A_SV3	PC.A_R1/A_SV3(R)
B_R1	B_SV1	-	PC.B_R1/B_SV1	PC.B_R1/B_SV1(R)

Příloha 15: Rozpočet pasivních komponentů [Vlastní zpracování]

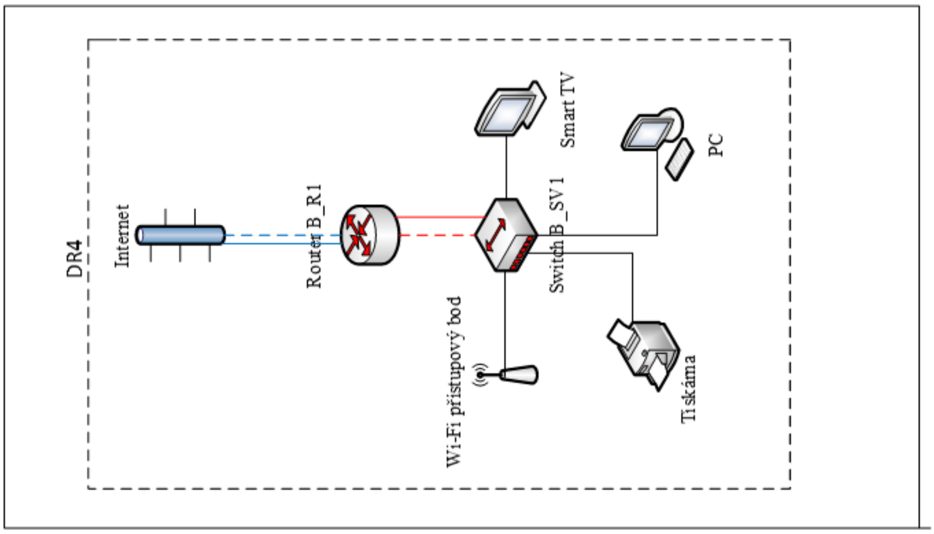
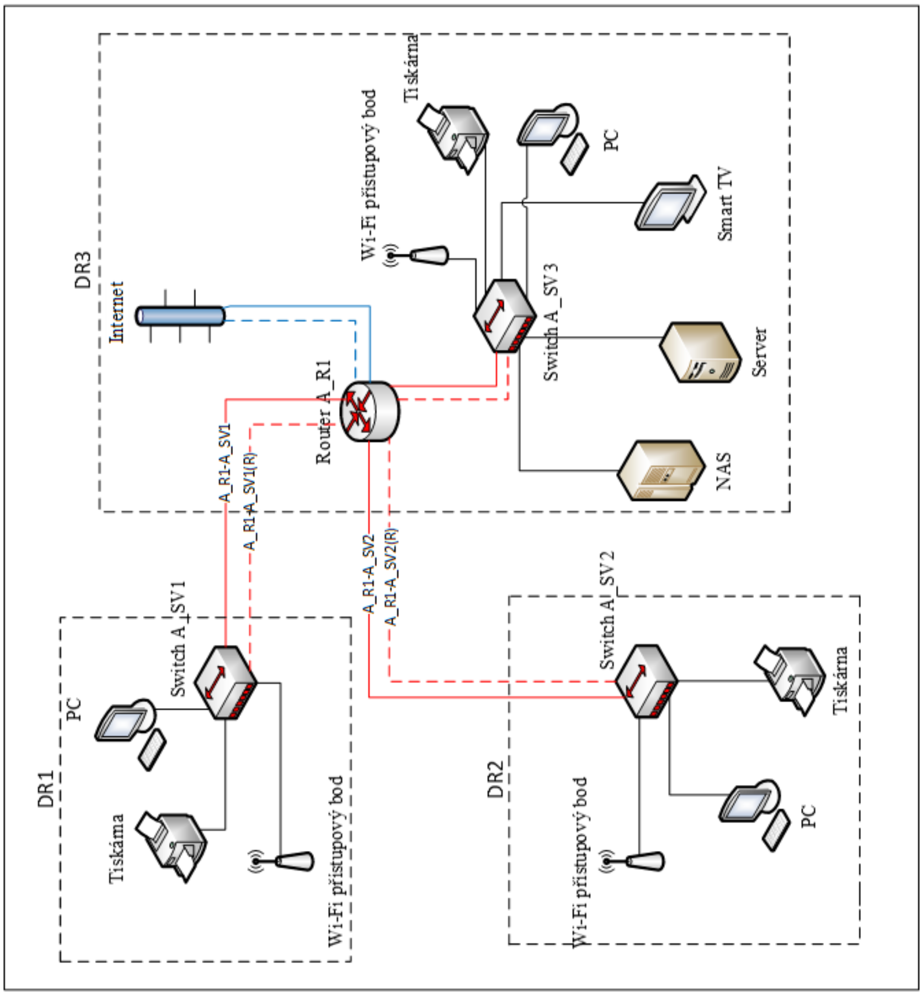
Popis	Název	mj	Počet	Množství	cena (Kč)/ mj	Celkem (Kč)
Rack 24U, 19"	Panduit E6412B2FP	ks	1	3	35 402,38	106 207,14
Rack 12U, 19"	Panduit E6212B1	ks	1	1	21651,993	21 651,99
Optická vana 1U, 12 LC duplex OM3/OM4	Panduit NKFD1W12 AQDLC	ks	1	4	5856,9182	23 427,67
Modulární patch panel, 24 portu/1U, UTP, Mini-Com s vázací lištou	Panduit CP24WSBL Y	ks	1	7	2 565,00	17 955,00 Kč
Štítky pro značení portů Patch Panelu	Panduit C150X075FJ J	ks	1000	200	138,14	27,63
Záslepka do Patch Panelu	Panduit CMBBL-C	ks	100	168	20,55	34,52
Horizontální organizér, 1U s krytem dopředu	Panduit WMPFSE	ks	1	3	1 039,00	3 117,00
Horizontální organizér, 2U s krytem dopředu	Panduit WMPF1E	ks	1	4	1 125,60	4 502,40
Záslepka 1U	Pandui TLBP1R-V	ks	1	7	285,16	1 996,11
Záslepka 2U	Pandui TLBP2R-V	ks	1	9	570,32	5 132,86
Police s perforací	Tritron RAB-UP-750-A1	ks	1	7	776,00	5 432,00
Ventilační jednotka	Fan Tray - 972 CFM s termostate m	ks	1	4	10 727,43	42 909,72
Napájecí panel s přepěťovou ochrnou	ACAR 504WF	ks	1	5	641,00	3 205,00
Modulární zásuvka, 1 x RJ45	Panduit CFP1WH	ks	1	8	56,07	448,54

Modulární zásuvka, 2 x RJ45	Panduit CFP2BL	ks	1	9	56,07	504,61
Modulární zásuvka, 4x RJ45	Panduit T70FH4IW	ks	1	8	169,89	1 359,12
Štítky pro značení portů zásuvek	Panduit C200X100FJ J	ks	1000	500	5 190,96	2 595,48
Záslepka do zásuvky	Panduit PSL-DCJB-GR	ks	10	58	907,99	5 266,36
Elektroinstalační krabice pro jednoportové a dvouportové zásuvky	Panduit JBP1FSIW	ks	1	17	159,78	2 716,24
Elektroinstalační krabice pro čtyřportové datové zásuvky	Panduit JBP2FSIW	ks	1	8	238,53	1 908,25
Podlahové krabice 330x260x62mm	Kopobox 80	ks	1	4	1 102,42	4 409,68
Elektroinstalační lišty COVE	Panduit WCM35BIW 8 a WCM35CIW 8	m	2,44	126	1 152,90	59 535,00
Vnitřní úhle pro COVE	Panduit WCM35ICI W	ks	1	12	361,40	4 336,80
Kryt koncového uzávěru a Redukce COVE pro elektroinstalační trubice	Panduit WCM35ECI W	ks	1	40	238,14	9 525,60
Redukce k propojení COVE lišty s lištou T-45	Panduit WCM35TRI W	ks	1	22	576,03	12 672,66
Redukce pro jednoportovou čelní desku umístěnou na lištu COVE	Panduit WCM35DBF IW	ks	1	8	215,67	1 725,36
Redukce lišty COVE z horizontálního	Panduit WCM35TIW	ks	1	9	442,86	3 985,74

na vertikální vedení						
Elektroinstalační lišty T-45	Panduit T-45C a T-45B , (60,3mm x 32,0mm)	m	3	80	98,95	2 638,56
Redukce T-45 pro elektroinstalační trubice	Pandui T45EE	ks	1	3	190,65	571,94
Spojka pro T-45	Panduit T45CC	ks	1	20	372,81	7 456,14
Elektroinstalační trubice 36mm	Kopos FX-Ready 36, sv. šedá	m	1	50	7,55	377,50
FX Breakout, LSZH, 6 vláken	Belden B9C132	m	0,3	129	27,30	11 739,00
Data Twist 1200, Category 5e, bíli	Belden 1213 009U1000	m	305	1318,4	2 403,40	10 388,99
FX Jumper, délka 3m, LC Duplex to LC Duplex, OM3 Aqua	Belden FP3LDLD00 2 M	ks	1	10	507,00	5 070,00
Patch Cord Cat. 5e, Bonded-pair, 4 - pair, Red, 1000mm	Belden C501103999	ks	1	2	87,02	174,04
Patch Cord Cat. 5e, Bonded-pair, 4 - pair, Green, 1000mm	Belden C501104000	ks	1	168	87,02	14 619,21
Patch Cord Cat. 5e, Bonded-pair, 4 - pair, Blue, 1000mm	Belden C501104001	ks	1	4	87,02	348,08
Patch Cord Cat. 5e, Bonded-pair, 4 - pair, White, 2000mm	Belden C501109002	ks	1	58	87,02	5 047,11
Výstražný štítek Laser	Panduit PESW-C-8Y	ks	100	3	23 711,31	711,34
Štítky pro značení optických kabelů	Panduit NWSLC-7Y	ks	1000	100	4 617,34	461,73

Štítky na značení metalických kabelů	Panduit LJSL1-Y3-5	ks	1000	1000	1 680,21	1 680,21
Pásky pro tvoření kabelových svazků	Panduit PLT.7M-M	ks	1000	1000	474,00	474,00
Duplex LC konektor	Panduit FLCDM3.0BL	ks	1	18	547,92	9 862,65
UTP CAT 5e, Jack, RJ45, Mini-Com, 8 -wire, černý	Panduit CJ5E88TGBL-C	ks	100	157	218,00	342,26
UTP CAT 5e, Jack, RJ45, Mini-Com, 8 -wire, bílý	Panduit CJ5E88TGWH-C	ks	100	64	218,00	139,52
UTP CAT 5e, Jack, RJ45, Mini-Com, 8 -wire, oranžový	Panduit CJ5E88TGOR-C	ks	100	7	218,00	15,26
UTP CAT 5e, Jack, RJ45, Mini-Com, 8 -wire, zelený	Panduit CJ5E88TGGR-C	ks	100	4	218,00	8,72
Cena celkem (v Kč)						**409 975,74**

Příloha 16: Rozpočet aktivních komponentů [Vlastní zpracování]

Popis	Název	mj	Počet	Množství	cena (Kč)/ mj	Celkem (Kč)
Router	Cisco 4432	ks	1	2	77 616,00	155 232,00
Switch 24 portů	Cisco SG500-28MPP-K9-G5	ks	1	1	23 161,00	23 161,00
Switch 48 portů	Cisco SG300-52P-K9-EU	ks	1	3	24 444,00	73 332,00
Wi-Fi AP	Cisco WAP 371	ks	1	8	3 644,00	29 152,00
SFP modul	Cisco SFP modul Mgbsx1	ks	1	8	2 244,00	17 952,00
Integrovaná konzole	Broadrack KVM modular console, 8-port	ks	1	1	16 978,48	16 978,48
UPS zdroj	CyberPower Green Power Office RM UPS 1500VA/900W	ks	1	1	9 291,00	9 291,00
Cena celkem (v Kč)						**325 095,48**

Příloha 17: Logické schéma sítě [Vlastní zpracování]