



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY PODNIKU

DESING OF A COMPANY NETWORK INFRASTRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adam Přikryl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Adam Přikryl**
Vedoucí práce: **Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22
Studijní program: Manažerská informatika

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

Návrh síťové infrastruktury podniku

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.

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

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 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem počítačové sítě pro výrobní podnik. První část se věnuje analýze současného stavu podniku, jeho objektu, potřeb, současné sítě a požadavků investora na novou síť. Druhá část shrnuje teoretická východiska potřebná k porozumění problematice návrhu počítačových sítí. Vlastní návrh je zahrnut v třetí části. Opírá se o analýzu současného stavu a obsahuje výběr prvků pasivní vrstvy, návrh provedení kabelových tras, doporučení aktivních prvků a ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova

počítačová síť, univerzální kabelážní systém, Ethernet, model ISO/OSI, metalická kabeláž, LAN, návrh počítačové sítě

Abstract

The bachelor's thesis deals with the design of a computer network for a manufacturing company. The first part is devoted to the analysis of the current state of the company, its facility, needs, current network and the investor's requirements for a new network. The second part summarizes the theoretical background needed to understand the issues of computer network design. The actual design itself is covered in the third part. It is based on an analysis of the current state and includes the selection of passive layer elements, design of cable routes, recommendations for active elements and economic evaluation.

Key words

computer network, universal cabling system, Ethernet, model ISO/OSI, metallic cabling, LAN, computer network design

Bibliografická citace

PŘIKRYL, Adam. *Návrh síťové infrastruktury podniku*. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139461>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. 78 s. Vedoucí 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 1. května 2022

.....

podpis studenta

Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D za odbornou pomoc, rady, připomínky a čas věnovaný mé práci. Dále bych rád poděkoval vedení a zaměstnancům podniku AT Weldsteel za vstřícnost a poskytnutí potřebných podkladů.

OBSAH

ÚVOD.....	11
VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE.....	12
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	13
1.1 Představení podniku	13
1.1.1 Základní údaje	13
1.1.2 Organizační struktura	14
1.1.3 Používané technologie.....	14
1.2 Popis prostorů a budovy.....	15
1.2.1 Popis budovy	15
1.2.2 Analýza místností	16
1.3 Současný stav sítě	19
1.4 Požadavky investora.....	20
1.5 Shrnutí.....	20
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	21
2.1 Počítačová síť	21
2.1.1 Dělení dle rozsahu	21
2.1.2 Dělení dle topologie	22
2.2 Síťové modely a architektury	25
2.2.1 Referenční model ISO/OSI.....	25
2.2.2 Architektura TCP/IP	27
2.3 Architektura Ethernet	29
2.3.1 Typy Ethernetu.....	30
2.4 Přenosové prostředí.....	30
2.4.1 Metalické kabely	30
2.4.2 Optická vlákna.....	32
2.4.3 Bezdrátové přenosy	34
2.5 Univerzální kabelážní systémy	34
2.5.1 Základní pojmy.....	34
2.5.2 Základní normy pro komunikační infrastrukturu	35
2.5.3 Členění infrastruktury.....	36
2.5.4 Pasivní prvky	37
2.6 Aktivní prvky	40

2.6.1 Fyzická Vrstva.....	40
2.6.2 Linková vrstva	40
2.6.3 Síťová vrstva.....	41
3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ	42
3.1 Technologie přenosu a topologie sítě.....	42
3.2 Návrh počtu a umístění přípojných míst	42
3.3 Kabelové trasy.....	43
3.3.1 Trasa 1	44
3.3.2 Trasa 2	44
3.3.3 Trasa 3	45
3.3.4 Trasa 4	45
3.3.5 Trasa 5	45
3.3.6 Trasa 6	45
3.4 Kabeláž.....	46
3.4.1 Horizontální sekce	46
3.4.2 Pracovní sekce	46
3.5 Prvky konektivity	47
3.5.1 Datové konektory	47
3.5.2 Datové zásuvky	47
3.5.3 Patch panely.....	48
3.6 Prvky organizace.....	49
3.6.1 Datový rozvaděč	49
3.6.2 Organizéry kabeláže	49
3.6.3 Vázací pásy.....	50
3.7 Prvky vedení.....	51
3.7.1 Kabelové žlaby	51
3.7.2 Kabelové kanály	52
3.7.3 Kabelové lišty	52
3.8 Prvky identifikace	53
3.8.1 Identifikační kód.....	53
3.8.2 Značení prvků kabeláže	54
3.9 Logické schéma sítě	54
3.10 Aktivní prvky	55
3.10 Ekonomické zhodnocení	57

ZÁVĚR	58
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	59
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	61
SEZNAM OBRÁZKŮ	62
SEZNAM TABULEK.....	64
SEZNAM PŘÍLOH.....	65

ÚVOD

V dnešní době modernizace a digitalizace stále rostou požadavky na spolehlivý přenos velkých objemů dat. Informační a komunikační technologie se staly neodmyslitelnou součástí soukromého i pracovního života v moderní společnosti. Z těchto důvodů je dobře fungující, efektivní a spolehlivá počítačová síť nezbytná pro fungování a úspěch každého podniku.

Počítačová síť slouží k propojení zařízení uvnitř podniku jak mezi sebou, umožňující sdílení dat, tiskáren a dalších prostředků, stejně jako komunikaci s okolním světem připojením k internetu. Ve spojení s informačním umožňuje efektivnější provádění analýzy a vyhodnocování dat podporujících rozhodování a plánování vedení podniku a urychluje tak jeho procesy.

Celá síť je souborem pasivních a aktivních prvků. Pasivní prvky vedou data komunikace. Aktivní prvky řídí tok dat.

Kabelážní systém představuje zlomek celkové investice do komplexního komunikačního systému. Při špatném řešení však může způsobit většinu selhání komunikačního systému a tím zvyšovat provozní náklady a prohlubovat finanční ztráty. Při návrhu sítě je proto třeba postupovat systematicky a dodržovat normy a předpisy.

Tato práce se zabývá návrhem pasivní vrstvy komunikační infrastruktury pro výrobní podnik tak, aby výsledná síť byla spolehlivá a kvalitní.

VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je navrhnout počítačovou síť. Návrh se týká výrobního podniku AT Weldsteel s.r.o., ve kterém se nachází výrobní i kancelářské prostory. Práce je rozdělena na tři hlavní části.

V první části je provedena analýza současného stavu, je zde představen podnik, jeho prostory, činnost, potřeby a požadavky investora. Další část shrnuje teoretická východiska, ze kterých vychází návrh řešení.

V třetí praktické části je obsaženo vlastní praktické řešení. Je navržena technologie přenosu, na jejímž základě jsou poté vybrány konkrétní prvky kabelážního systému. Následuje návrh umístění a počtu přípojných míst pro koncová zařízení, kabelových tras, vedení kabeláže a prvků datového rozvaděče. Na závěr jsou ekonomicky zhodnoceny náklady na celý projekt. Návrh je tvořen tak, aby výsledná síť měla dostatečnou kapacitu i rezervu pro případné budoucí rozšíření.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

První kapitola je věnována přestavení a analýze současného stavu podniku AT Weldsteel s.r.o., na který se vztahuje návrh síťové infrastruktury. Po představení podniku s popisem jeho činnosti a organizační struktury následují vstupní analýzy potřebné pro tento návrh.

1.1 Představení podniku

Jedná se o výrobní podnik zaměřující se na výrobu plechových komponentů, konstrukčních prvků i celků a kovových konstrukcí. Finální výrobky jsou od laserových výpalků až po svařované konstrukční celky, které jsou opatřeny požadovanou povrchovou ochranou.

Hlavním objektem je provozovna v Blansku, ve které probíhá většina výroby a zároveň se v ní nachází administrativní část podniku. Dalším objektem je provozovna v Dolní Lhotě, ve které se provádí převážně svařovací operace.

1.1.1 Základní údaje

Obchodní firma:	AT Weldsteel s.r.o.
Sídlo společnosti:	Purkyňova 3050/99a, 612 00 Brno
IČ:	29215714 (1)
DIČ:	CZ29215714 (1)
Den zápisu do obchodního rejstříku:	5.5.2010 (2)
Právní forma:	společnost s ručením omezeným
Základní kapitál:	200 000,- Kč (2)
Provozovna Blansko:	Edvarda Beneše 211/11, 678 01 Blansko
E-mail:	info@atweldsteel.cz
Stránky:	http://www.atweldsteel.cz

Předmět podnikání dle zápisu v Obchodním rejstříku:

- zámečnictví, nástrojářství
- obráběčství
- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona



Obrázek č. 1: Logo AT Weldsteel
(Zdroj:1)

1.1.2 Organizační struktura

Podnik je řízen třemi jednatelem, z toho je jeden majitelem a druhý zastává funkci výkonného ředitele. Díky široké organizační struktuře často jeden zaměstnanec zastává více souvisejících funkcí, například vedoucí oddělení personálu je zároveň asistentkou výkonného ředitele ve věcích organizace.

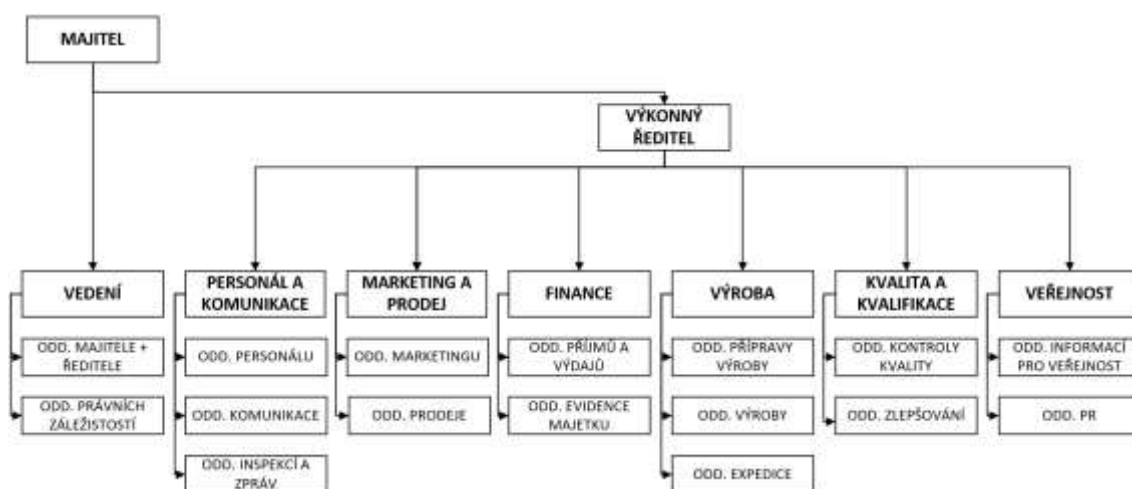
Majitel má právo zastupovat společnost samostatně neomezeně. Ředitel a třetí jednatel při právním jednání, jehož hodnota předmětu plnění převyšuje částku 300 000 Kč zastupuje společnost společně s dalším jednatelem. (2)

Největší a nejdůležitější divizí je výroba, ve které pracuje většina zaměstnanců, kterých má podnik okolo 70. Pro většinu však není podniková síť velmi důležitá. Z hlediska návrhu síťové infrastruktury jsou důležití zaměstnanci pracující v kancelářích, tedy hlavně vedení podniku, vedoucí pracovníci výroby, financí, marketingu a prodeje. Organizační struktura je znázorněna na obrázku č. 2.

1.1.3 Používané technologie

Podnik využívá ERP systém Dialog 3000Skylla od výrobce Control spol. s.r.o. Pro potřeby tohoto systému jsou využívány terminály pro sběr dat o docházce zaměstnanců a jimi provedených operací. Většina zaměstnanců v kancelářích využívá stolní počítače.

Další síťová zařízení, která se v podniku vyskytují, síťové tiskárny, v každé kanceláři jedna a IP kamery. Koncové uzly také tvoří větší výrobní stroje, tj. sekačka, lasery a ohraňovací lisy. Dále budou používány PDA pro vedení e-skladu.



Obrázek č. 2: Organizační struktura
(Zdroj: vlastní zpracování dle interních materiálů podniku)

1.2 Popis prostorů a budovy

Hlavní objekt podniku se nachází v Blansku u řeky Svitavy. Areál se skládá z jedné budovy a okolních prostorů. Před budovou je místo pro odbavení vozů, parkoviště a venkovní sklad nezpracovaného materiálu. Za budovou je další parkoviště, volný skladovací prostor a prostor pro uložení palet velkých formátů. Blízká řeka Svitava v minulosti několikrát způsobila povodně, které zasáhly i areál podniku. Kvůli malé intenzitě a četnosti investor nevyžaduje provedení infastruktury, která by takovým událostem odolala.

1.2.1 Popis budovy

Jedná se o dvoupatrovou budovu, v prvním patře, které je podstatně menší, se nachází pouze dvě kanceláře, sklad a archiv. Největší část zabírají čtyři výrobní haly, do kterých jsou rozděleny výrobní operace podle typů, haly jsou vysoké pět metrů. Výrobní prostory jsou odděleny silnými cihlovými zdmi, u kanceláří jsou zdi standardní šířky. V kancelářích, zasedací místnosti a sociálním zázemí v přízemí haly č.3 jsou podhledy vhodné pro vedení kabeláže. Budovu lze rozdělit podle výše zmíněných hal, podle toho je i navrženo číslování místností. Číslování je dvouciferné, první číslice představuje část budovy a další číslice představuje číslo místnosti (např. 3x značí halu expedice a přilehlé místnosti). Konkrétní čísla místností jsou viditelná na obrázku č.3 a rozepsaná v podkapitole analýza místností.



Obrázek č. 3: Číslo místností
(Zdroj: vlastní zpracování dle interních materiálů podniku)

1.2.2 Analýza místností

10 – Hala laser

Hala se stroji na prvotní zpracování materiálu, kde se nachází dva lasery a jedna sekačka, dále se zde skladují nezpracované plechy a rozpracovaná výroba. Na stěně je terminál systému a IP kamera. Požadováno je WiFi pokrytí pro účely vedení e-skladu.

11 – Kancelář pro programátory

Nachází se zde čtyři pracoviště a jedna tiskárna. Strop místnosti je nižší než strop haly. Nad kanceláří je tedy volný prostor pro vedení kabelových tras.

20 – Svařovna

Hala pro svářeče se skladem. Nachází se zde jedna kamera.

21 a 22 – Sociální zařízení

Umývárna s toaletami a šatna, žádné síťové prvky zde nejsou třeba.

23 – Kompresor

Průchozí část, kde je také kompresor, žádné síťové prvky zde nejsou třeba.

30 – Hala expedice

Hala expedice a tři ohraňovacích lisů, nachází se zde také terminál pro sběr dat a IP kamera. Dalším požadavkem je WiFi pokrytí.

31 – Kancelář expedice

Kancelář expedice, nachází se zde tři pracoviště a dvě tiskárny. Slouží také jako recepce.

32–35 – Sociální zázemí

Kuchyňka, toalety, šatny. Žádné síťové prvky zde nejsou požadovány.

37 – Zasedací místnost

Místnost pro jednání, nachází se zde také datový rozvaděč. Požadováno je WiFi pokrytí.

38 – Kancelář mistrů

Tuto kancelář využívají vedoucí pracovníci výroby a kontroly kvality. Jsou zde čtyři pracovní místa a jedna tiskárna.

39 – Kancelář

Využívána konstruktéry a obchodními referenty. Nachází se zde pět pracovišť a tiskárna.

40 – Přípravná

Místo přípravy výrobků na lakování. Nachází se zde jedna kamera a zásuvka, od které vede kabel k terminálu pro sběr dat v zámečnické dílně (číslo 42).

41 – Lakovna

Místnost pro provádění práškového lakování. Společně s přípravnou (č. 40) vznikla rozdělením jedné větší haly. Požadováno je přidání kamery, protože kamera v přípravně kvůli rozdělení nemá v záběru vrata v lakovně.

42 – Zámečnická dílna

Prostor pro provádění zámečnických operací, nachází se zde jeden terminál.

43-48 – Sociální zázemí

Další kuchyňka/jídelna, šatna a toalety, sklady a technické místnosti. Žádné síťové prvky zde nejsou požadovány.

50-51 – Chodba a sklad

Žádné síťové prvky zde investor nepožaduje.

52 – Kancelář

Kancelář se čtyřmi pracovními místy a jednou tiskárnou.

53 – Kancelář jednatelů

Místnost s pracovním místem pro každého ze tří jednatelů a jednou tiskárnou.

54 – Archiv

Místnost nad kanceláří mistrů (39), vstup je nad zemí otvorem ve zdi v hale 3. Funguje pro skladování potřebných dokumentů. Nachází se zde jedna kamera.

Dvůr před budovou

Před halou 1 jsou ukládány nezpracované plechy. Nachází se zde jedna kamera. Dále je požadováno WiFi pokrytí oblasti, kde se skladuje materiál.

Místnosti, ve kterých se v současnosti nachází koncová zařízení jsou shrnuta v následující tabulce.

Tabulka č. 1: Koncové uzly

Místnost	Popis	Počet zařízení
10	Hala laser	5
11	Kancelář pro programátory	5
20	Svařovna	1
30	Hala expedice	6
31	Kancelář expedice	5
37	Zasedací místnost	1
38	Kancelář	6
39	Kancelář mistrů	5
40	Přípravná	1
42	Zámečnická dílna	1
52	Kancelář	5
53	Kancelář jednatelů	4
54	Archiv	1
Dvůr		1

(Zdroj: vlastní zpracování)

1.3 Současný stav sítě

Současná síť poskytuje v kancelářích dostatek přípojných míst pro připojení stávajících zařízení. Nemá však velkou rezervu pro případ zvýšení počtu uživatelů nebo zařízení. Internet je od poskytovatele přiveden bezdrátově, přijímač se nachází na střeše nad zámečnickou dílnou, odtud je veden k datovému rozvaděči v místnosti č. 37. Rozvaděč je v budově pouze jeden. Jde o skříňový rozvaděč vysoký 42U, umístěný je v klimatizované místnosti. Propojovací kabely nejsou nijak rozlišeny ani uspořádány a porty patch panelů jsou bez označení.

Kromě současného používaného kabelážního systému se v budově nachází zbytky kabeláže od již nepoužívané předchozí sítě. Kabely ani jednoho systému nejsou řádně označeny a podnik nemá žádnou pořádnou dokumentaci současných kabelových tras. Zásuvky jsou často také bez označení. Takže v případě potřeby by bylo problematické dohledat konkrétní kabel anebo vůbec zjistit k jaké kabeláži patří.

Současná kabeláž se nachází na nepřístupných místech (např. pod omítkou) a stará kabeláž je vedena “volně” po konstrukci nepoužívaného jeřábu, přichycena pouze vázacími pásky. Pokud bylo v minulosti potřeba zavést nová přípojná místa nebo přidat jiné koncové body, byla kvůli nedostupnosti tras kabeláže zavedena nová trasa.

Některé zásuvky jsou nevhodně umístěny, např. v hale 4 je zásuvka na opačné straně zdi než terminál pro sběr dat, kabel je tedy veden od zásuvky na volno provrtanou zdí k na druhou stranu haly.

1.4 Požadavky investora

V budově se nachází funkční síť, která je pro běžný provoz podniku zatím dostačující. Kvůli postupné digitalizaci však rostou nároky na počet koncových zařízení a kvalitu připojení. Vzhledem k neorganizovanosti a nepřístupnosti současné kabeláže by bylo její rozšiřování problematické.

Investor má tedy následující požadavky na zavedení nové síťové infrastruktury:

- Zavedení síťové infrastruktury s dostatečnými parametry přenosu.
- Dostačující počet přípojných míst s rezervou pro možné budoucí rozšíření.
- Vhodné umístění datových zásuvek.
- Vhodné vedení a trasy kabeláže.

1.5 Shrnutí

V analýze je popsán podnik AT Weldsteel, pro který je navrhována síťová infrastruktura. Podnik se nachází v jedné budově s jednoduchým umístěním místností a bez výrazných vertikálních rozdílů, což je výhodné pro vedení kabelových tras, z toho důvodu, že není třeba často zavádět stoupací vedení. Dále jsou shrnuty požadavky na počet připojených zařízení a současný stav sítě. Kabeláž ani aktivní prvky nejsou vystaveny žádnému výraznému riziku. Investor nemá žádné náročné nebo speciální požadavky, ani se nebrání určitým stavebním zásahům do budovy. Prostory jsou mi téměř volně dostupné pro osobní návštěvu za účelem další analýzy nebo získání dalších poznatků při komplikacích návrhu sítě. Tímto způsobem získám dostatek informací pro vlastní návrh nové infrastruktury.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Tato část se zabývá základními teoretickými východisky, které je potřeba znát a ze kterých vychází návrh počítačové sítě.

2.1 Počítačová síť

Počítačová síť nemusí být nutně vzájemné propojení pouze počítačů. Koncovými uzly mohou být kamery, tiskárny, mobilní telefony a ostatní obvykle připojovaná zařízení. V dnešní době Internetu věci se můžeme setkat v domácnostech i s lednicemi, pračkami a jinými spotřebiči připojenými do sítě. Přesnější název by byl komunikační síť. Síť nám umožňuje kromě klasického sdílení a přenášení dat mezi koncovými uzly také sdílet hardwarové prostředky (pro více počítačů lze použít pouze jednu tiskárnu nebo lze sdílet úložiště dat). Základní členění sítě je na koncové uzly představující připojená zařízení a síťovou infrastrukturu, která se stará o přenos. (3, 4)

Kritérií, podle nichž lze síť rozdělit je mnoho, ty hlavní jsou stručně popsány níže.

2.1.1 Dělení dle rozsahu

Rozdělení podle velikosti je sice intuitivní, ale v dnešní době fyzické vzdálenosti hrají stále menší a menší roli. Kromě hlavních LAN a WAN sítí můžeme určit ještě další kategorie. Následující sítě jsou seřazeny od nejmenší po největší: (4)

PAN (Personal Area Network) označuje osobní síť. Obvykle je využívána jednou osobou nebo rodinou. Dosah se typicky pohybuje v jednotkách metrů. Může se jednat o spojení počítače a příslušenství (klávesnice, myš atd...), propojení osobních zařízení anebo připojení domácích spotřebičů k síti. Pro komunikaci po kabelech se často používá USB, ale většinou je využito bezdrátových technologií, jako WiFi, IrDa a Bluetooth. (3)

LAN (Local Area Network) je lokální síť, ta je omezena na jedno místo, např. jednu místnost, podlaží až celou budovu. Obvykle privátní síť připojena k internetu, i když může fungovat i samostatně. Její typické použití je sdílení prostředků (tiskárny, úložiště, soubory). Mezi používané technologie patří WiFi a Ethernet. Síť navrhovanou v této práci lze zařadit do této kategorie. (3, 5)

MAN (Metropolitan Area Network) neboli metropolitní (městská) síť. Jak vypovídá název, jedná se o síť o rozsahu města (udává se velikost do 75km). Jde o propojení menších LAN sítí, u kterého mohou být využity kabelové linky i bezdrátové spojení. (4)

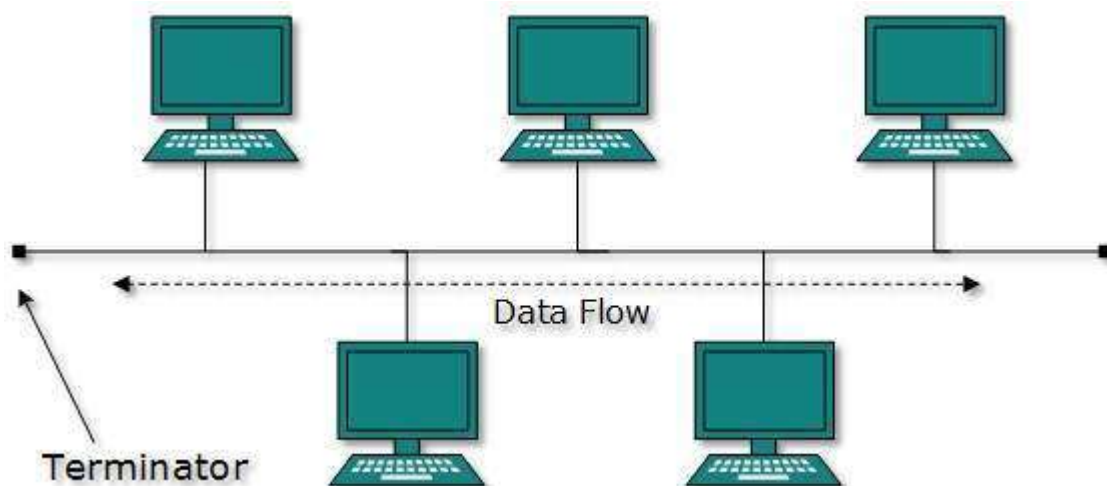
WAN (Wide Area Network) volně přeloženo jako síť široké (rozhlehlé) oblasti, pokrývají velké území, jako státy až kontinenty. Opět se jedná o spojení více LAN sítí, které může být bezdrátové, ale kvůli velkým vzdálenostem se většinou využívá optických kabelů. Takovou síť může například využívat firma, která má pobočky ve více městech až po celém světě. Nejznámějším příkladem WAN sítě je internet. (4,6)

Toto dělení není moc praktické. S vývojem technologií a s ustupující rolí vzdálenosti do pozadí se rozdíly postupně stírají. Navíc kvůli nejasnosti rozdělení je obtížné například rozhodnout, kde končí síť LAN a začíná MAN, či určit rozdíl mezi MAN a WAN. Pokud by se přidaly další možné kombinace předešlých kategorií jako CAN (Campus Area Network) a GAN (Global Area Network), může být problematické konkrétní síť zařadit do určité kategorie. (3)

2.1.2 Dělení dle topologie

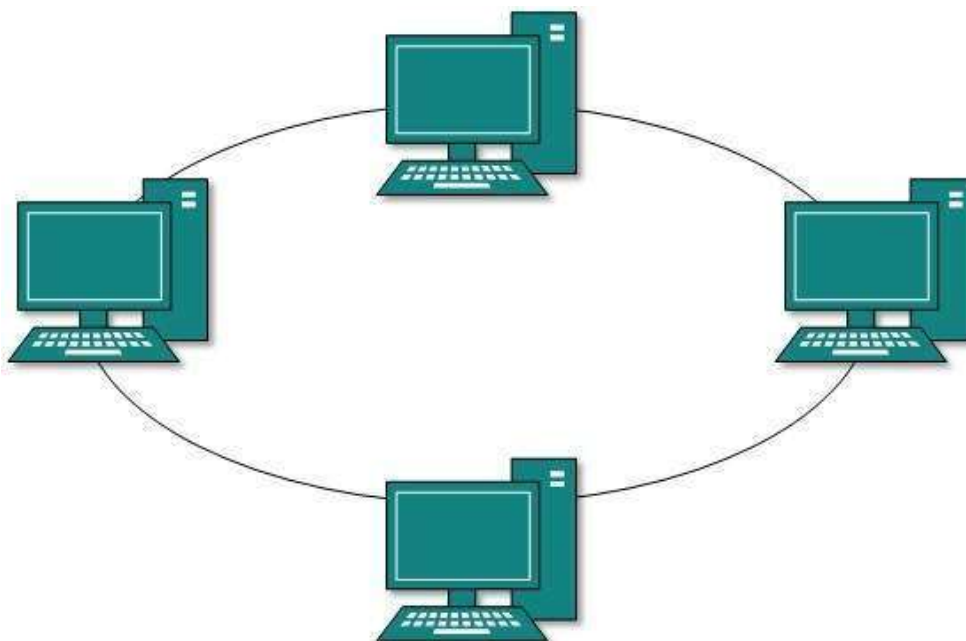
Topologie v případě počítačové sítě označuje způsob propojení a uspořádání jednotlivých komunikačních uzlů. Tvoří tak jakousi mapu sítě. Rozeznáváme fyzickou topologii (reálné uspořádání uzlů a kabelů) a logickou topologii (způsob propojení na zapojených kabelech, nemusí se shodovat s fyzickou topologií). (7)

BUS (sběrnice) - otevřená lineární topologie. Je použito průběžné vedení, na které se pomocí T konektoru připojují jednotlivé uzly, všechny jsou tak připojeny na jedno médium. Centrální uzel se nachází mezi ostatními uzly. Výhodou je snadná realizace sítě a malé náklady (nízká spotřeba kabelů z důvodu použití pouze jednoho). Nevýhodou je nemožnost fyzické adresace konkrétního uzlu, tedy data jsou posílána do všech ostatních uzlů, což může mít za následek kolize a zpoždění. Hlavním problémem je fakt, že při přerušení komunikace v jednom místě dochází k výpadku celé sítě. Na fyzické úrovni byla provedena koaxiálními kabely a již se nepoužívá. Na logické úrovni funguje podobně například WiFi síť. (8, 4, 9)



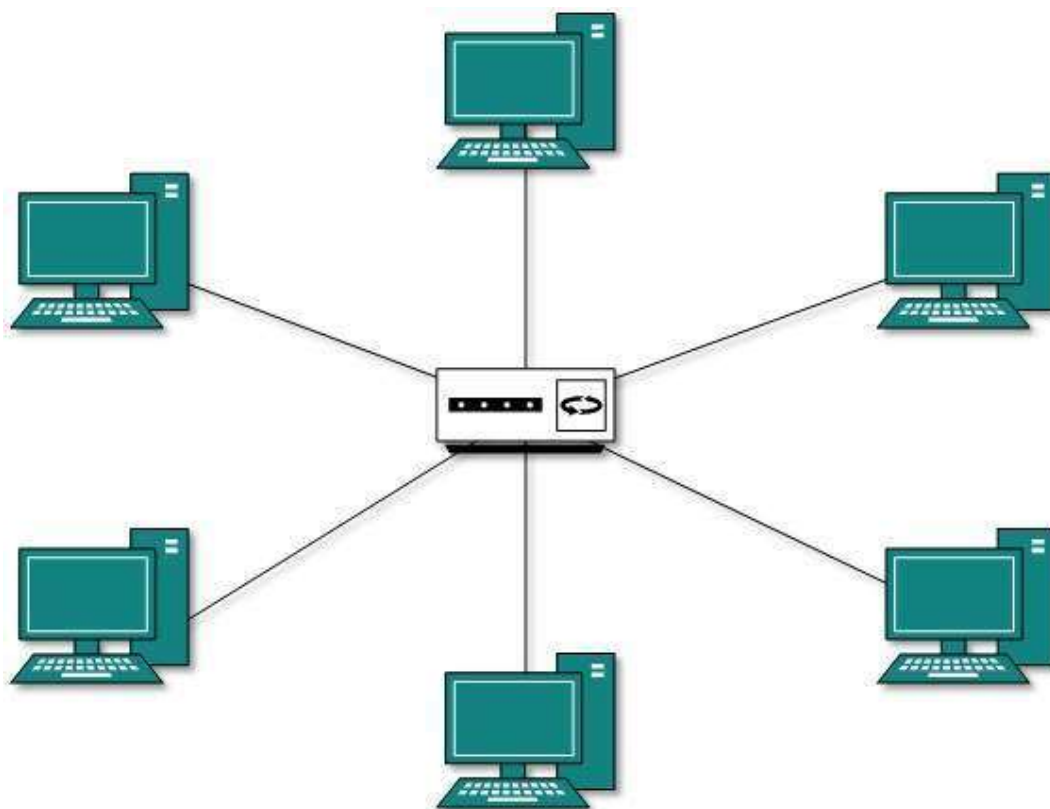
Obrázek č. 4: Sběrnice
(Zdroj:10)

RING (kruh) – uzavřená lineární topologie. Uzly jsou připojovány jeden k druhému, až se poslední zařízení připojí k prvnímu a vznikne kruh. Data jdou od zdrojového uzlu přes všechny ostatní až k příjemci. Každý uzel funguje jako opakovač, tedy zesiluje signál a posílá jej dál. Technologie připojení jednotlivých uzlů a základní výhody a nevýhody jsou podobné jak u sběrnicové topologie. Na fyzické úrovni se také nepoužívá. Na logické by byl příkladem Token Ring, kde síť obíhá speciální paket (token) a vysílat může pouze ten uzel, který jej zrovna vlastní. (8, 4, 9)



Obrázek č. 5: Kruh
(Zdroj:10)

STAR (hvězda) – topologie spojení bod – bod. Všechny uzly jsou připojeny vlastním kabelem k jednomu centrálnímu bodu. Ten je realizovaný aktivním prvkem, jako rozbočovačem (hub), většinou ale přepínačem (switch). K propojení je standardně využíváno kroucené dvojlinky. Výhodou je nízká zranitelnost – při výpadku jednoho koncového uzlu nebo spojení není ovlivněna celá síť. Při použití switche je možnost adresace na konkrétní uzel, odeslaná data tedy nemusí jít přes všechny ostatní uzly v síti. Kolizní doména je omezena na port aktivního prvku a daný uzel. Mezi nevýhody patří vyšší náklady, kvůli nutnosti pořízení aktivního prvku a velké spotřebě kabelů. Dále úzké místo v centrálním uzlu, jehož případná porucha či výpadek by ochromila celou síť. Na fyzické úrovni to je nejpoužívanější topologie. (8, 4, 9)



Obrázek č. 6: Hvězda
(Zdroj:10)

V reálném světě se standardně používají kombinace a modifikace jednotlivých topologií. Příkladem modifikace je rozvětvení hvězdové topologie do určité stromové topologie anebo přidání redundantních spojení do topologie hvězdy, čímž podle hustoty propojení vzniká úplný anebo neúplný polynom (polygon). (3)

2.2 Síťové modely a architektury

Aby se pro každý uzel nemusely tvořit specifické aplikace pro přenosy dat, pro které by bylo třeba samostatně realizovat a vyvíjet všechny síťové funkce jako způsob adresace, nastavení linky, velikost paketů atd., byl zaveden koncept společných síťových služeb. Tyto služby zahrnují všechny činnosti, které se týkají komunikace po síti. Aplikace tak nemusí mít definované vlastní způsoby přenosů, ale využívají společné síťové služby. Pro jednodušší vývoj a sjednocení používaných metod jsou tyto služby dekomponovány na vrstvy. (3)

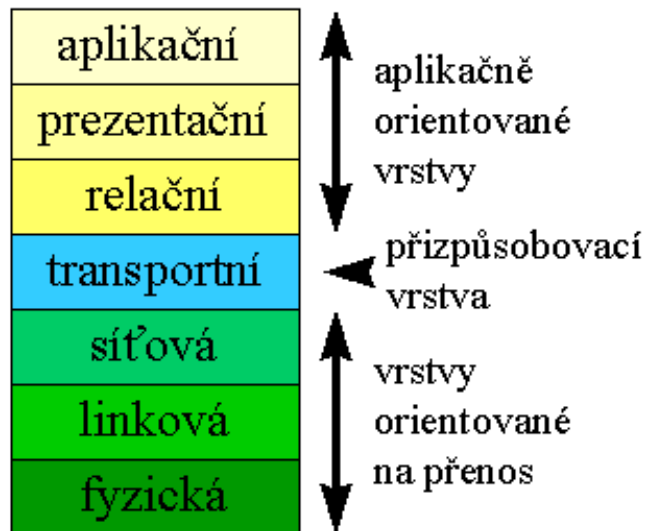
Síťové modely určují počet těchto vrstev a úlohy každé vrstvy. Síťová architektura rozšiřuje model o specifikaci protokolů (pravidla horizontální komunikace mezi vrstvami na stejné úrovni). (3)

2.2.1 Referenční model ISO/OSI

Jednotlivé velké firmy si zpočátku vyvíjely vlastní architektury, ty byly uzavřené a nekompatibilní. Počítače od různých výrobců tak spolu nemohly komunikovat. Mezinárodní ústav pro standardizaci ISO (International Standards Organization) se snažil stanovit jasná a jednotná pravidla pro přenos dat v sítích a mezi nimi. Původně chtěl vytvořit standart pro veškerou komunikaci sítí i systémů, ale nakonec neuspěl. Z toho důvodu poté vytvořil síťový model OSI (Open System Interconnection), který rozdělil síťové služby do sedmi vrstev a specifikoval, jaké úkoly by měly plnit. (4, 6)

Princip spočívá v oddělenosti ale vzájemné spolupráci vrstev, kde vrstva N poskytuje služby nadřazené vrstvě N+1, ale zároveň využívá služby podřazené vrstvy N-1. Komunikace se v modelu dělí podle toho, mezi jakými vrstvami probíhá. Vertikální komunikace probíhá mezi sousedícími vrstvami stejného uzlu, nadřazená vrstva předá podřazené vrstvě data, ta přidá k datům hlavičku a patičku související s funkcemi dané vrstvy a předá celá data vrstvě podřazené. Vertikální komunikace není standardizovaná a je věcí výrobce. Horizontální komunikace probíhá se stejnohlými vrstvami jiného uzlu. S výjimkou fyzické vrstvy, kde je komunikace fyzická se u ostatních vrstev jedná pouze o komunikaci logickou. Pravidla této komunikace jsou dány protokoly. (3, 4)

Tři spodní vrstvy modelu jsou orientované na přenos dat, čtvrtá vrstva je přizpůsobovací a horní tři vrstvy slouží pro podporu aplikací. (3) Pro návrh kabeláže LAN sítě jsou stěžejní první dvě vrstvy, tedy fyzická a linková.



Obrázek č. 7: Referenční model ISO/OSI
(Zdroj:6)

1. Fyzická vrstva (Physical layer)

Nejnižší vrstva modelu, jako jediná je schopná fyzické komunikace s ostatními uzly, za to je také zodpovědná., Její funkce je přijímání a odesílání bitů. Adresace se neprovádí, bity jsou odesílány přenosovým médiem k libovolnému příjemci. Řeší, aby signál došel čitelný a ve správné podobě, tedy jakým signálem reprezentovat jedničku, modulaci signálu, jak přijímací stanice pozná začátek dat atd. Použitý protokol je závislý na přenosovém prostředí. (3, 6)

2. Linková vrstva (Data link layer)

Zajišťuje přenos bloků dat (rámců) po fyzickém médiu. Vrstva se stará o přenos v lokální síti, adresace tedy probíhá na fyzické adresy síťových karet okolních uzlů. Kontroluje cílové adresy přichozích rámců, zda jsou určeny pro její uzel a jestli má rámec předat vyšší vrstvě. Zajišťuje spolehlivost, v případě bezchybného přenosu potvrzuje odesílateli správné přijetí, v opačném případě vyžaduje opětovné vyslání. V Ethernetu je jí přiřazeno řízení přístupu ke sdílenému médiu, tedy řešení kolizí. (6, 4)

3. Síťová vrstva (Network layer)

Pokud mezi příjemcem a odesílatelem není přímé fyzické spojení, ale vede přes více uzlů, nedokáže linková vrstva data správně nasměrovat. To je úkolem síťové vrstvy,

která hledá správnou trasu, kudy data (pakety) poslat, tedy má za úkol směrování (routing). (6)

4. Transportní vrstva (Transport layer)

Hlavní činností transportní vrstvy je dělení přenášených dat a sestavování paketů a opětovné skládání dat po přijetí. Pro transportní a vyšší vrstvy je již přenos zajištěn nižšími. Vzdálenost uzlů tedy už nehraje roli. Dále poskytuje přizpůsobení charakteru přenosu (např. nespojovaný na spojovaný) a adresaci na porty procesů v uzlu. (4, 3)

5. Relační vrstva (Session layer)

Navazuje, udržuje, řídí a ukončuje spojení (relaci). (6) Další funkcemi jsou ověřování uživatelů a zabezpečení přístupu k zařízením. (4)

6. Prezentační vrstva (Presentation layer)

Má na starosti konverzi přenášených dat, aby jí rozuměla aplikační vrstva a zajišťuje případné šifrování nebo kompresi dat. (6)

7. Aplikační vrstva (Application layer)

Aplikace často používají společné funkce, jako přenos souborů, překlady adres atd. Tyto funkce jsou standardizovány a zahrnuty v aplikační vrstvě, pro využití různými aplikacemi. (6)

2.2.2 Architektura TCP/IP

Název architektury TCP/IP vznikl ze zkratk dvou protokolů: Transmission Control Protocol a Internet Protocol. TCP/IP však zahrnuje i další protokoly a standardy. Dnes je brána jako standart komunikace a je zdaleka nejrozšířenější. Od modelu ISO/OSI se odlišuje zahrnutím protokolů a počtem vrstev, ty jsou: (11)

Vrstva síťového rozhraní

Tato vrstva slučuje fyzickou a linkovou vrstvu ISO/OSI modelu do jedné. Jako nejnižší vrstva má na starosti vše, co je spojeno s přenosem dat. Není v architektuře hlouběji specifikována, protože protokoly této vrstvy jsou závislé na konkrétní přenosové technologii a protokoly vyšších vrstev mohou pracovat nad čímkoliv co dokáže přenášet data (IP over everything) (6, 3)

Síťová vrstva

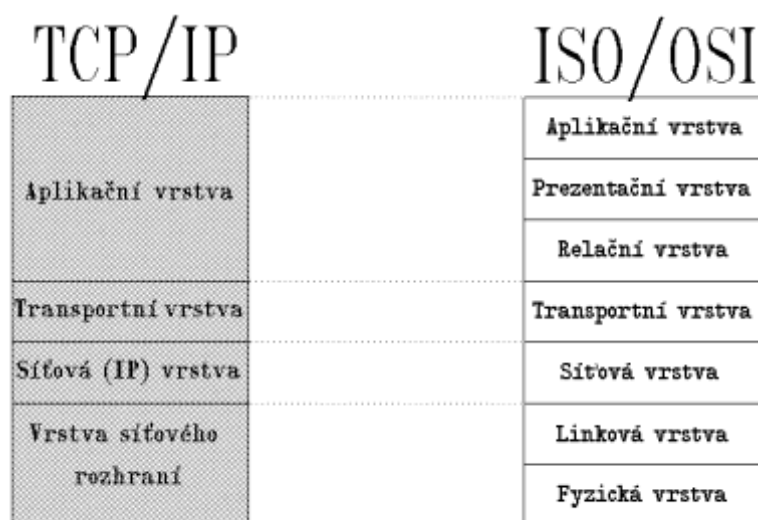
Také nazývána jako Internetová vrstva, nebo IP vrstva, podle použití IP protokolu. Její funkce je podobná jako u síťové vrstvy v referenčním modelu ISO/OSI. Nabízí nespojovaný a nespolehlivý přenos. (11)

Transportní vrstva

Tak, jako síťová vrstva odpovídá tato vrstva stejnojmenné vrstvě ISO/OSI modelu. Také nazývána TCP vrstva, podle protokolu TCP. Druhý významný protokol této vrstvy je UDP. (11)

Aplikační vrstva

Aplikace komunikují přímo s transportní vrstvou. Architektura nezahrnuje prezentační a relační vrstvy ISO/OSI modelu. V případě že by aplikace potřebovala funkce této vrstvy, musí si je realizovat sama. (6)



Obrázek č. 8: Srovnání architektury TCP/IP a RM ISO/OSI
(Zdroj:6)

Mezi nejdůležitější protokoly TCP/IP patří:

IP protokol

Jde o protokol síťové vrstvy, dopravuje tedy data mezi libovolnými uzly ve světě. IP protokol dostane od transportní vrstvy datagram, ke kterému připojí hlavičku a vzniká tak IP paket. Hlavička obsahuje spoustu informací, především zdrojovou a cílovou IP adresu. Ve verzi IPv4 je adresa 32 bitové číslo, které identifikuje jednoznačné síťové

rozhraní systému. Nejběžnější zápis je čtyřmi dekadickými čísly po osmi bitech oddělenými tečkami, např.: 170.85.255.248. IP paket pak dopravován (směrován) do cíle směrovači (routery), které určí optimální směr odeslání a data pošlou k dalšímu směrovači. Jde o nespolehlivou a nespojovanou komunikaci. (11)

UDP

User datagram protocol je jednoduchý interface protokolů vyšší vrstvy s IP protokolem. Je nespojovaný a nespolehlivý jako IP protokol. Připojuje k datům, které dostává od aplikační vrstvy již rozdělené na segmenty, pouze jednoduchou hlavičku s cílovým a zdrojovým číslem portu, délkou dat a volitelný kontrolní součet. (11)

TCP

Mění charakter IP protokolu na spojovaný a spolehlivý. Před samotným přenosem naváže spojení s protistranou. Od aplikace dostává data jako proud bitů, ty rozděljuje (segmentuje) a vytvořeným částem připojí hlavičku, která obsahuje mnoho informací, hlavně čísla portů, pořadová čísla odeslaných a přijatých bajtů a kontrolní součet. Protistrana poté potvrzuje správné přijetí dat. (11)

2.3 Architektura Ethernet

Je nejrozšířenější standard LAN sítí. Za svůj úspěch vděčí své jednoduchosti. Definuje vysílání dat (rámců) na fyzické vrstvě tedy způsob synchronizace, kódování, modulace atd., ty se mohou lišit podle typu Ethernetu. Linková vrstva je rozdělena na dvě podvrstvy: MAC (Media Access Control) a LLC (Logical Link Control). (12)

Podvrstva MAC – služby a funkce pro dané přenosové médium. Má za úkol řízení kolizí, na to je využita metoda CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), což je metoda naslouchání nosného signálu s vícenásobným přístupem a detekcí kolizí. (12, 13)

LLC podvrstva řídí linkový přenos, tedy adresaci, kompletaci rámce, spolehlivost, detekci chyb atd. Ethernetový rámec je jednoduchý, tvoří se připojením hlavičky a patičky na data od vyšší vrstvy (paket od síťové). Hlavička obsahuje preambuli sloužící pro výstrahu začátku přenosu, cílovou a zdrojovou MAC adresu a délku nebo typ rámce. Patička obsahuje kontrolní součet. (13)

2.3.1 Typy Ethernetu

Postupem času vzniklo mnoho verzí Ethernetu. Názvy se skládají z rychlosti přenosu, slov BASE/BROAD (baseband – základní pásmo / broadband – široké pásmo) a označení přenosového prostředku. Všechny verze jsou zahrnuty ve standardech IEEE 802.3, v každé kategorii jsou zahrnuty nejdůležitější typy Ethernetu: (13)

- **10BASE** – 10 Mb/s (1,25 MB/s), jedná se o jedny z prvních verzí Ethernetu, 10BASE5 a 10BASE2 nad koaxiálním kabelem, 10BASE-T nad kroucenou dvoulinkou a 10BASE-F nad optickým vláknem. (13)
- **100BASE** – 100 Mb/s (12,5 MB/s), známý jako Fast Ethernet, 100BASE-TX, T4 a T2 nad TP kabely, FX nad optickým vláknem. (13)
- **1000BASE** – 1 Gb/s (125 MB/s), gigabitový Ethernet, 1000BASE-(LX/SX)X nad jednovidovými/vícevidovými optickými vlákny, T nad kroucenou dvoulinkou. (11)
- **10GBASE** – 10 Gb/s (1250 MB/s), 10GBASE-(SR/LR/ER/SW/LW/EW) nad optickými vlákny, CX4 nad twinaxiálním kabelem, T nad kroucenou dvoulinkou. (13)

2.4 Přenosové prostředí

Přenos dat prostorem se liší podle prostředí, jimiž šíří signál. Dle toho jsou použity různá fyzikální přenosová média a u těch je dále volena fyzikální veličina, která značí bit. (3)

2.4.1 Metalické kabely

Klasické měděné kabely jsou nejznámější formou přenosu. Přenosovým médiem je elektrický proud a bity jsou značeny změnami napětí. (13)

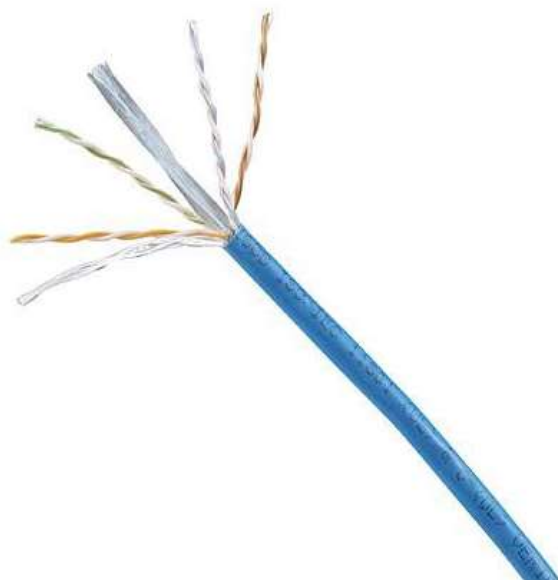
Koaxiál

První kabely, na kterých fungoval Ethernet. Pro nynější rychlejší Ethernet nejsou používány. Skládá se ze středového vodiče obklopeného dielektrickou izolací, kolem které je spletený drát sloužící jako stínění. V současnosti slouží pro přenos televizního signálu. Speciální verzí je twinaxiální kabel, který má dva středové vodiče. (13)

Kroucená dvoulinka

Nejčastěji používaný typ kabelu. V kabelu může být různé množství párů, převážně jsou používány čtyři párové. Kroucením vodičů je snížen negativní vliv externích magnetických a elektrických polí. Vodiče mohou být provedeny typem drát nebo lanko. Běžné zakončení je konektor RJ45. Rozlišujeme dva základní druhy kabelů, a to UTP nestíněný kabel a STP s FTP stíněné kabely. (13)

Stínění je prostředkem pro omezení vlivu okolního prostředí, používá se opletení vodičem (STP) nebo folie (FTP). Stínění může být celý kabel, jednotlivé páry vodičů, nebo oboje. V případě stínění individuálních párů je nejdříve značeno stínění kabelu a za lomítkem stínění vodičů, např. S/FTP: celkové stínění kabelu opletením a páry stíněny folií. Stínění musí být uzemněno. (7)



Obrázek č. 9: UTP kabel kategorie 6 se separačním křížem
(Zdroj:14)

UTP kabely využívají pro snížení přeslechů v kabelu a vlivů okolních kabelů prvky pro zvětšení vzdálenosti. Mezi páry to jsou separační kříže (X a E-spline) nebo pásy. Mezi kabely distanční segment, H-spline (velký distanční kříž) nebo tvar a tloušťka pláště. (7)

Na kabeláž jsou kladeny vyšší nároky na zajištění bezproblémového přenosu s rostoucí kategorií kabeláže. (7)



Obrázek č. 10: S/FTP kabel kategorie 7
(Zdroj:14)

2.4.2 Optická vlákna

Data jsou přenášena jako elektromagnetické vlnění, hlavně IR (infračervené), ale i světlo viditelného spektra, bity jsou značeny jako impulzy. Optická vlákna jsou tvořena ze dvou částí. Vlákna mohou být skleněná nebo plastová, ve středu vlákna je jádro (core), kolem jádra je opláštění (cladding) plnící funkci odrazné vrstvy. U skleněných vláken je jádro z křemičitého skla dopovaného germániem a plášť je z čistého skla. Optická vlákna umožňují vysoké přenosové rychlosti a kapacity (desítky bilionů bitů/s) na velké vzdálenosti (stovky km), nejsou ovlivněna problémy metalických kabelů (rušení z okolí, indukce, zemnění...). Mají ale vlastní negativní vlastnosti: především útlum a odrazy. (7)



Obrázek č. 11: Optický kabel
(Zdroj:14)

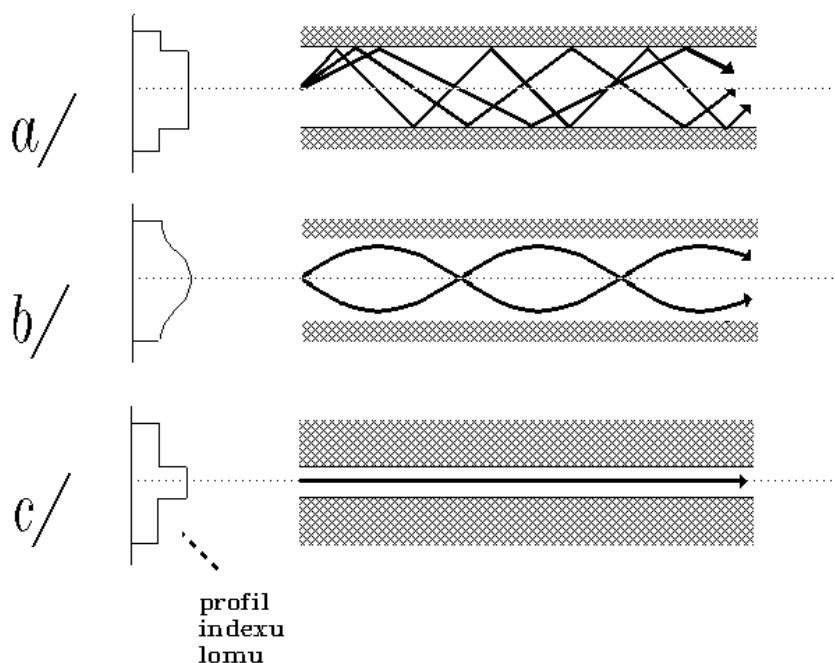
Optická vlákna jsou dělena podle typu přenosu na:

Single mode (SM) vlákna: jednovidová vlákna, používána je taková vlnová délka světla, že se do vlákna vejde jen jeden vid, tedy přenáší pouze jeden paprsek. Ten se šíří v ose jádra a odráží se pouze při ohybu kabelu. Průměr jádra je 8 nebo 9 μm . Oproti MM vláknům má lepší přenosové vlastnosti. Je třeba použití koherentního vlnění (stejná fáze a vlnová délka), zdrojem je laser. Obvykle se používá vlnová délka 1310 a 1550nm. (7)

Multi mode (MM) vlákna: mnohavidová vlákna, mají větší průměr jádra než SM, mohou tak přenášet více paprsků, které se odráží o rozhraní jádra a pláště. Mohou mít skokovou změnu indexu lomu (step index), kde dochází pouze k odrazu, nebo plynulou změnu (gradient index), kde jsou paprsky kromě odrazu i ohýbány. Kvůli rozdílné délce dráhy jednotlivých paprsků dochází k rozložení impulzu v čase. MM vlákna mají proto horší přenosové vlastnosti na velké vzdálenosti. (7)

Optické kabely mají celou řadu konstrukcí lišící se počtem a umístěním vláken, typem ochrany a mnoha dalšími parametry. Nejjednoduššími konstrukcemi jsou simplex (jedno vlákno) a duplex (dvě vlákna). (7)

Srovnání tras paprsků mezi MM vlákny se step (a) a gradient (b) indexem a SM vlákna (c) je na obrázku č.12.



Obrázek č. 12: Průběh indexu lomu
(Zdroj:6)

2.4.3 Bezdrátové přenosy

Data jsou šířena volným prostorem bez potřeby kabelů pomocí elektromagnetického vlnění. Toto vlnění je široce využíváno pro televizní, rozhlasové a telekomunikační kanály. Jednotlivé služby mají přidělené frekvence, které využívají. Bezdrátové sítě fungují na 2,4GHz a 5GH. Mezi výhody patří snadné zavedení, mobilita uživatelů a širší dosah. Nevýhody jsou nižší rychlost než při použití kabelů, blokáce signálu fyzickými překážkami, bezpečnost (data jsou vysílána do všech směrů a lze je odposlouchávat) a cena. (4)

2.5 Univerzální kabelážní systémy

Jde o víceúčelové sítě, které zvládají podporovat větší množinu aplikací. Nejsou zaměřeny na konkrétní typ použití, což je výhoda při návrhu, instalaci a provozu sítě. Běžně se v budově nachází pouze jeden univerzální systém, který pokrývá potřeby všech uživatelů. Jsou tvořeny strukturovanou kabeláží, kde je celá síť hierarchicky rozdělena na menší díly. (7, 8)

2.5.1 Základní pojmy

Linka

Je kabel horizontální sekce, který propojuje konektor v přepojovacím panelu v rozvaděči s konektorem v datové zásuvce na pracovišti. Nezahrnuje pracovní sekci. Při metalickém provedení je použit vodič drát. Maximální délka je 90m. (7)

Kanál

Tvořen linkou a pracovním vedením, tj. propojovacím kabelem v rozvaděči a připojovacím kabelem na pracovišti. Jde tedy o propojení switchu a koncového zařízení. Délka je maximálně 100m. (7)



Obrázek č. 13: Linka, kanál a pracovní sekce

(Zdroj: Vlastní zpracování dle 7)

Na obrázku č. 13 jsou znázorněny jednotlivé části kabeláže:

- A: linka – max. 90m,
- B+C: pracovní sekce – max. 10m
- A+B+C: Kanál – max. 100m

Kategorie

Klasifikuje materiál linky a kanálu podle frekvenčního rozsahu (MHz). Kategorie se číslují vzestupně od Cat.1 po Cat.7A, první čtyři kategorie jsou v dnešní době již zanedbatelné. (7)

Třída

Stejně jako u kategorie je hlavní rozlišovací kritérium frekvence. Hodnotí kanál jako celek, tedy včetně způsobu a preciznosti instalace. Značí se od A postupně po F_A. (7)

Tabulka č. 2: Třídy sítě a kategorie komponent kabeláže

třída	kategorie	frekvenční rozsah	obvyklé použití
A	1	do 100 kHz	analogový telefon
B	2	do 1 MHz	ISDN
C	3	do 16 MHz	Ethernet 10 Mbit/s
	4	do 20 MHz	Token Ring 16 Mbit/s
D	5	do 100 MHz	FE, ATM155, GE
E	6	do 250 MHz	ATM1200
EA	6A	do 500 MHz	10GE
F	7	do 600 MHz	10GE
FA	7A	do 10000 MHz	10GE

(zdroj: Vlastní zpracování dle 7)

2.5.2 Základní normy pro komunikační infrastrukturu

Norem specifikující pravidla pro návrh a realizaci kabeláží je celá řada. Mezinárodní formy se dělí na americké a evropské. Evropské formy jsou dále členěny na národní. (7)

Pro tuto práci jsou nejdůležitější následující normy:

ČSN EN 50173-1 – univerzální kabelážní systémy – definuje obecné požadavky, pojmy, prvky, parametry. (7)

- **ČSN EN 50173-2** – univerzální kabelážní systémy – zaměřena na kancelářské prostory. (7)

- ČSN EN 50173-3 – univerzální kabelážní systémy – zaměřena na průmyslové prostory. (7)

ČSN EN 50174-1 – instalace kabelových rozvodů – specifikace instalace, zajištění kvality. (7)

- ČSN EN 50174-2 – instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy v budovách. (7)
- ČSN EN 50174-3 – instalace kabelových rozvodů – projektová příprava a výstavba vně budov. (7)

2.5.3 Členění infrastruktury

Kabelážní systém se dělí na různé sekce:

Páteřní sekce

Kabeláž propojující jednotlivé datové rozvaděče. Základní topologií je hvězda s hlavním rozvaděčem ve středu. Z důvodu zabezpečení funkčnosti sítě se přidávají redundantní (záložní) trasy. Redundantní trasy mohou být přímé nebo nepřímé, použitím nepřímých tras vzniká z hvězdy neúplný až úplný polynom. U univerzálních kabeláží je realizována optickými kabely. (7)

Horizontální sekce

Propojuje datový rozvaděč se zásuvkou na pracovišti, jde vlastně o linky. Navzdory názvu ji lze vést i mezi patry, a ne pouze v jedné rovině. Fyzická topologie je vždy hvězda s rozvaděčem ve středu. Realizována může být z metalických i z optických kabelů (Fiber to Desk). (7)

Pracovní sekce

Propojovací kabely v rozvaděčích a připojovací kabely na pracovišti. Nemá vlastní topologii – prodlužuje horizontální nebo páteřní sekci a topologii dané sekce se přizpůsobuje. Pracovní sekce v rozvaděči by neměla překročit 5 m, maximum je 6 m. Kvůli časté manipulaci musí být kabely flexibilní, metalické kabely jsou proto zhotoveny s vodičem typu lanko. Optické propojovací kabely s konektory na obou koncích se nazývají jumpery a jsou nejčastěji vyráběny ze simplexních nebo duplexních kabelů. Typ vlákna pracovního kabelu musí být shodný s typem připojované trasy. (7)

2.5.4 Pasivní prvky

Konektory

Slouží pro spojení, či zakončení kabelů. V kabelážních systémech propojují jednotlivé sekce kabeláže. Konektor nebo jeho pozice v datové zásuvce, patch panelu nebo aktivním prvku se nazývá port, toto platí bez ohledu na typ použitého konektoru. (7)

Obecné rozdělení konektorů platící pro metalické i optické:

Zásuvka (female, Jack) – používá se většinou v zařízení

- Pevné provedení – zabudované v zařízení (switch, pevný patch panel, zásuvka)
- Modulární provedení – vyměnitelný, lze s ním osadit modulární patch panely a zásuvky. (7)



Obrázek č. 14: JACK

(Zdroj: 14)

Zástrčka (male, Plug) – používá se jako zakončení připojovacího kabelu. (7)



Obrázek č. 15: PLUG

(Zdroj: 14)

Patch panely (přepojovací panely)

Nachází se v datovém rozvaděči, kde umožňují snadné přepojování. Porty patch panelu představují zakončení jednotlivých linek horizontální sekce. Lze tak snadno propojovacím kabelem spojit aktivní prvek s danou linkou. Rozlišujeme integrované (pevně osazené) a modulární (vyměnitelné prvky, lze měnit a kombinovat typy a počet). (7)



Obrázek č. 16: Osazený patch panel
(Zdroj: 14)

Zásuvka

Zakončení linky na pracovišti. Je do ní zapojen připojovací kabel ke koncovému zařízení. Opět jsou děleny na integrované a modulární. Dále se dělí dle umístění na zásuvky pro montáž na omítku, pod omítku, do parapetního kanálu, podlahového boxu atd. (7)



Obrázek č. 17: Datová zásuvka
(Zdroj: 14)

Datový rozvaděč

Datové rozvaděče představují uzly páterní sekce a hlavní body horizontálních sekcí. Obsahují aktivní prvky, patch panely, organizéry kabeláže, servery a další zařízení.

Kromě místa k uložení slouží i pro ochranu daných zařízení. Vnitřní montážní výška je rozdělena na Unity ($1U = 44,45\text{mm}$), šířka se udává v palcích ($1" = 25,4\text{mm}$), nejčastější rozměr je 19". (7)



Obrázek č. 18: Skříňový rozvaděč
(Zdroj: 14)

Pro přehlednost kabeláže se do rozvaděčů instalují organizéry kabeláže. Mohou být vertikální nebo horizontální, uzavřené (hřebenové) nebo otevřené (D-ring oka) a jednostranné nebo oboustranné. (7)

Vedení

Kabelové trasy zajišťují správné podmínky, uspořádání a ochranu pro vedení jednotlivých kabelů páteřní a horizontální sekce. Dle sekce a prostředí, kterým půjde kabel je potřeba zvolit vhodné prvky vedení. Trasy mohou být kabelové lávky, žlaby, drátěné nosné systémy, závěsy v mezistrokech atd. (7)

Značení

Z důvodu snadné správy a změn systému musí být jeho jednotlivé prvky řádně označeny. Systém značení je navržen při zpracování projektu a řídí se podle normy EN 50174. Všechny kabely musí být označeny na obou koncích. Kabelové svazky musí být

označeny na koncích a v místech větvení a křížení. V rozvaděči musí být označen samotný rozvaděč a patch panely, aktivní prvky, ODF a jejich porty. Na pracovišti datové zásuvky a jejich porty. (7)

2.6 Aktivní prvky

Aktivní prvky propojují síťové segmenty, aktivně ovlivňují dění v síti a řídí tok dat. Protože jde o horizontální komunikaci, řídí se přenosovými protokoly. (3, 12)

Pro návrh sítě jsou nejdůležitější prvky pracující na nižších vrstvách.

2.6.1 Fyzická Vrstva

Opakovač (repeater)

Nejjednodušší aktivní prvek. Signál přijatý z jednoho segmentu zesiluje (opakuje) a regeneruje (upravuje) do podoby dané konkrétními protokoly a posílá ho dál. Prodlužuje tak dosah kabelů. Pracuje v reálném čase, bez vnitřní paměti a nečte přenášené bity (nezajišťuje kontrolu a opravu). Už se nepoužívá. (3, 12)

Rozbočovač (hub)

Opakovač s více porty. Protože neřídí tok dat, odesílá přijatá data do všech segmentů. Porty nerozlišuje na vstupy a výstupy. Vytváří fyzickou topologii hvězdy, ale logická topologie je sběrnice, nerozděluje tak kolizní domény. (5)

Převodník (media convertor)

Podobný opakovači. Kromě zesilování dat dokáže měnit typ přenosu mezi různými přenosovými médii (např. mezi metalickým a optickým kabelem). (4, 3)

2.6.2 Linková vrstva

Můstek (bridge)

Jak název značí, propojuje různé segmenty sítě. Po přijetí rámce linkové vrstvy provede kontrolu (CRC) a podle MAC adresy zjistí adresaci rámce a odešle rámec pouze do segmentu, kde se nachází cílová adresa. Nepropouští tedy kolize a rozšiřuje broadcastovou doménu. Má vnitřní paměť, aby se podle adresy mohl rozhodnout kam pošle rámec. Nereaguje proto v reálném čase a způsobuje zpoždění, ale také díky tomu

může propojovat segmenty s různými protokoly (např. Ethernet – Fast Ethernet). Nemá vlastní MAC adresu, není pro linkovou vrstvu viditelný a nelze jej adresovat. (3, 5)

Přepínač (switch)

Jde o můstek s více porty. Více dvojic uzlů může komunikovat současně, aniž by se navzájem rušily. V současnosti jsou v sítích místo rozbočovačů používány switche. (12)

2.6.3 Síťová vrstva

Směrovač (router)

Propojuje dvě nebo více sítí, typicky se používá pro připojení k internetu. Pracuje s IP protokolem a na základě jeho adres volí nejvýhodnější cestu pro posílaný paket (routing). K směrování používá směrovací tabulku s informacemi o cílové síti, ohodnocení trasy a směru odeslání. Paket odesílá ve vhodném směru (forwarding). (3)

3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V této části je popsán vlastní návrh nového kabelážního systému pro podnik AT Weldsteel. Návrh vychází z analýzy současného stavu a požadavků investora a opírá se o teoretická východiska v předchozí kapitole. Po popisu vhodných tras kabeláže s umístěním a počtem koncových bodů jsou navrženy prvky konektivity, organizace a vedení. Na závěr jsou doporučeny aktivní prvky a celý návrh je ekonomicky zhodnocen.

3.1 Technologie přenosu a topologie sítě

Pro počítačovou síť navrhuji využití technologie **Gigabit Ethernet** (1000BASE – T). Tato technologie odpovídá **třídě D**, tedy materiálu **kategorie 5e**. Vzhledem k požadavkům investora a k analýze současného stavu je tato technologie dostačující pro potřeby podniku.

Žádná z linek nepřesáhne délku 90m, z toho důvodu počítá návrh pouze s jedním rozvaděčem a jednou horizontální sekcí, kabeláž tedy bude bez páteřní sekce. Horizontální sekce je dle normy ČSN EN 50173 navržena v topologii hvězdy.

3.2 Návrh počtu a umístění přípojných míst

Dle požadavků investora je počet portů navržen na tři na každé pracovní místo v kanceláři, i když většina zaměstnanců využívá dlouhodobě pouze jeden port. Důvodem je zahrnutí rezervy pro připojení notebooku, či jiného zařízení a rezervy pro případ, že by podnik začal využívat IP telefonii, nebo jinou technologii, kde by bylo potřeba propojit větší množství pracovních míst. Další přípojná místa slouží pro ostatní zařízení jako tiskárny, terminály, stroje a kamery.

Datové zásuvky v kancelářích jsou umístěny ve výšce 30cm nad podlahou. V halách pro připojení strojů a terminálů jsou ve výšce 1 m, kde hrozí menší riziko poškození. Zásuvky pro připojení IP kamer a AP jsou ve výšce 2,8 m, tedy 20 cm pod vedením kabelových tras. Umístění datových zásuvek je navrženo co nejbližší k aktuálním polohám pracovišť.

Přehled navržených přípojných míst je zobrazen níže v tabulce č.3 a jejich umístění je zobrazeno ve výkresu v příloze č. 2.

Tabulka č. 3: Přehled přípojných míst

Místnost	Popis	Počet přípojných míst					Zásuvek
		Uživatelská	Tiskárny	Jiné	Rezervy	Celkem	
10	Hala laser	-	-	8	4	12	5
11	Kancelář pro programátory	4	1	-	9	14	5
20	Svařovna	-	-	1	1	2	1
30	Hala expedice	-	-	6	5	11	5
31	Kancelář expedice	3	2	-	6	11	4
37	Zasedací místnost	-	-	1	2	3	1
38	Kancelář mistrů	4	1	-	9	14	5
39	Kancelář	5	1	-	11	17	6
40	Přípravna	-	-	1	1	2	1
41	Lakovna	-	-	1	1	2	1
42	Zámečnická dílna	-	-	1	1	2	1
52	Kancelář	4	1	-	9	14	5
53	Kancelář jednatelů	3	1	-	7	11	4
54	Archiv	-	-	1	1	2	1
Celkový počet		23	7	20	68	118	45

(Zdroj: vlastní zpracování)

Sloupec jiné zahrnuje ostatní zařízení dle požadavků investora, konkrétně připojení výrobních strojů, Wifi AP, kamer a terminálů IS.

Pro potřeby dvoru navrhuji vnitřní zásuvku 10.1, ke které lze napojit AP přímo v hale, protože materiál je skladován pouze v okolí před vraty do haly. Pro připojení kamery lze protáhnout kabel od zásuvky skrz zeď. Odpadá tak potřeba tvorby větších děr do zdi a pořízení venkovní datové zásuvky.

3.3 Kabelové trasy

Díky rozměrům objektu lze kabeláž realizovat s jedním datovým rozvaděčem. Umístění datového rozvaděče navrhuji ponechat v místnosti 37, která je sice volně přístupná, ale je klimatizována a vybavena podhledy. Tyto podhledy navrhuji za využití kabelových žlabů pro rozvod do přilehlých kanceláří.

Začátek kabelových tras je vždy v rozvaděči a jejich ukončení na pracovištích je v datových zásuvkách ABB Tango. Tyto zásuvky jsou instalovány v elektroinstalačních krabicích, které jsou umístěny dle typů prvků vedení na daném pracovišti. Pokud je nad místem zásuvky veden kabelový žlab, je kabel protažen průchodkou a elektroinstalační lištou na omítce rozměrů 17x17 sveden ke krabici umístěné na omítce. Jedná-li se o místnost bez přístupu ke žlabům, jsou kabely vedeny v elektroinstalačních kanálech, ve kterých jsou také umístěny krabice pro zásuvky. Za účelem omezení stavebních zásahů nejsou zásuvky instalovány pod omítku, ale do krabice umístěné nad ní.

Lišt a kanálů je použit pouze jeden druh, žlabů jsou použity druhy dva. Provedení zásuvek je popsáno v podkapitole **3.5.2 Datové zásuvky** a konkrétní prvky vedení kabelových tras jsou uvedeny v kapitole **3.7 Prvky vedení**.

Z rozvaděče povedou kabely fyzicky ve dvou trasách, které se postupně rozvětví. Pro přehlednost je návrh kabeláže rozdělen na 6 tras, rozdělených podle částí budovy, do kterých povedou. Označeny jsou čísla 1 až 6.

3.3.1 Trasa 1

Trasa 1 je nejdelší trasou z celého návrhu a její koncové body jsou ve svařovně a v hale laser s přilehlou kanceláří programátorů. Začíná s 28 kabely, z datového rozvaděče je spolu s ostatními kabely vyvedena do podhledu a s trasou 3 a 4 vedena v kabelových žlabech nad místnostmi 35 a 34. Poté je skrze stěnu vyvedena do haly expedice. Ve výrobních prostorách je vedení realizováno ve výšce 3 m, kde hrozí minimální riziko mechanického poškození. Trasa se zde odděluje a vede skrz stěnu do svařovny (20), kde jsou dva kabely svedeny v elektroinstalační liště k datové zásuvce pro připojení kamery. Zbývající kabely jsou vedeny podél zdi a skrz protější stěnu do haly laser (10), kde vedou po jejím obvodu. Postupně je odděleno 10 kabelů, kterou jsou v lištách svedeny do dvou tříportových a dvou dvouportových zásuvek v hale. Ze zbylých 16 kabelů 14 vede postupně lištami skrz strop do kanceláře 11, kde jsou ukončeny ve čtyřech tříportových a jedné dvouportové zásuvce. Poslední dva kabely jsou ukončení vedení ve žlabu dovedeny lištou k v zásuvce u vrat.

3.3.2 Trasa 2

Je svazkem 14 kabelů končících v místnosti 52 v druhém patře. V podhledu spolu s trasou 1,3 a 4 vede do místnosti 35, kde je vyvedena do místnosti 52. Zde pokračuje

v parapetním žlabu po jejím obvodu. Je postupně zakončena ve čtyřech tříportových a jedné dvouportové zásuvce umístěných přímo ve žlabu.

3.3.3 Trasa 3

Trasa končící v expediční hale (30) a v kanceláři expedice (31). Svazek 23 kabelů je veden s trasou 1 nad místnostmi 35 a 34 do haly expedice, kde je jsou 2 kabely svedeny v liště k zásuvce pro terminál dat. Další 3 kabely jsou vedeny v liště k zásuvce pro připojení kamery a AP. Zbylých 19 kabelů pokračuje v rohu pod sníženým stropem ke kanceláři 31, cestou jsou svedeny tři dvojice kabelů v lištách do zásuvek u ohraňovacích lisů. Zakončení žlabového vedení je u kanceláře, do které vede svazek o 12 kabelech, který je po kanceláři veden v elektroinstalačním kanále do čtyř tříportových zásuvek v něm umístěných.

3.3.4 Trasa 4

Se svazkem šesti kabelů jde o nejmenší trasu, končí v přípravně, lakovně a v zámečnické dílně. Vedena je opět nad místnostmi 35 a 34, kde se odděluje a skrz stěnu vede do přípravný. Vedena je ve žlabu a postupně je rozdělena po dvojicích kabelů dovedených v elektroinstalačních lištách k jednotlivým zásuvkám.

3.3.5 Trasa 5

Jde o 34 kabelů končících v kancelářích v přízemí. Kabely jsou vedeny v podhledech nad místností 37, kde je v liště oddělena trojice zakončená v datové zásuvce. Zbytek je společně veden nad místnost 39, kde se dělí na 17 a 14 kabelů. V místnosti 39 je 17 kabelů je postupně rozděleno do lišt a zakončeno v pěti tříportových zásuvkách a jedné dvouportové zásuvce. Zbylých 14 kabelů vede do místnosti 38, kde jsou opět vedeny lištami a zakončeny ve čtyřech tříportových a jedné dvouportové zásuvce.

3.3.6 Trasa 6

Svazek 13 kabelů vedených spolu s trasou 5, nad kanceláří 39 je vyveden do kanceláře jednatelů (53). Zde kabely pokračují v elektroinstalačním kanále a jsou ukončeny ve třech tříportových a jedné dvouportové zásuvce osazených v přístrojových krabicích v kanále. Zbylé dva kabely vedou skrz stěnu do místnosti 54, kde jsou po krátkém vedení v liště zakončeny v jedné zásuvce.

3.4 Kabeláž

V této části jsou navrženy a popsány kabely pro horizontální a pracovní sekci kabelážního systému.

3.4.1 Horizontální sekce

Vzhledem k navrhované technologii GE(1000BASE – T), která vyžaduje použití prvků kategorie 5e, navrhuji UTP kabel této kategorie od výrobce **Belden**, konkrétně model **1700E**. Jelikož v budově nedochází k výraznému elektromagnetickému rušení, není třeba využívat nákladnější varianty stíněné kabeláže.



Obrázek č. 19: UTP kabel 1700E

(Zdroj: 15)

Jedná se o čtyřpárový kabel s vodičem typu drát o průměru AWG 24, podporující technologii PoE. Páry jsou svařované, což výrazně zlepšuje jejich symetrii a zachovává ji při ohybech či jiném mechanickém vytížení. K potřebné délce kabelu je připočteno 10 % jako rezerva na prostřihy a konektování.

3.4.2 Pracovní sekce

Navrhuji čtyřpárový metalický UTP patch cord kategorie 5e s vodičem typu lanko s AWG 24 od výrobce **Panduit**. Konkrétně pro pracovní sekci v rozvaděči kabely o délce 1 m model **NK5EPC1MBLY** v černé barvě pro propojení patch panelů a switchů. Pro pracovní sekci na pracovištích navrhuji kabely **NK5EPCxMY** šedé barvy o délce 5 m, 3 m, 2 m a 1 m.

3.5 Prvky konektivity

Doporučuji využití modulárních systémů. Kvůli vyměnitelnosti jednotlivých prvků jsou vhodnější volbou oproti systémům integrovaným, zejména z důvodu větší variability, praktičnosti a širších možností estetického provedení.

3.5.1 Datové konektory

Navrhuji modulární UTP RJ-45 konektory od výrobce **Panduit**, konkrétně modely typu Mini-Com, s označením **CJ5E88TG**. Tento model bude použit v patch panelech i v datových zásuvkách. Je vyráběn v různých barvách – do patch panelů navrhuji variantu CJ5E88TGBL v černé barvě a do datových zásuvek CJ5E88TGWH v bílé barvě.



Obrázek č. 20: Jack modul CJ5E88TG v černá a bílé barvě
(Zdroj: 14)

3.5.2 Datové zásuvky

Pro zakončení linek na pracovištích jsem zvolil modulární datové zásuvky řady **Tango** v bílé variantě od výrobce **ABB**. Zásuvky lze osadit až třemi moduly typu Mini-Com. V případě dvouportových zásuvek navrhuji zaslepení jednoho portu použitím bílé záslepky **CMBWH-X**. Svým designem se zásuvky hodí do prostředí kanceláří i výroby. Skládají se z krytu **5014A-A00410 B** a z rámečku **3901A-B10 B**.

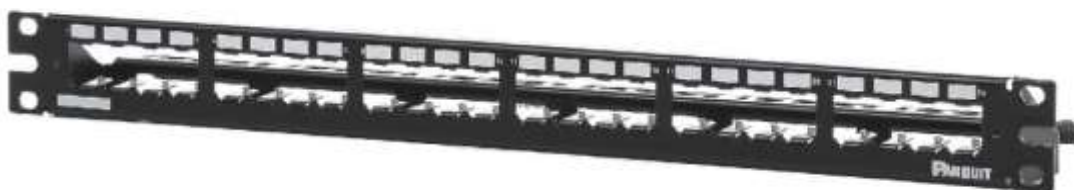


Obrázek č. 21: Kryt Tango s dvěma porty
(Zdroj: 15)

Z důvodu co nejmenších stavebních zásahů u instalace každé zásuvky, budou v případě použití kabelových lišt zásuvky instalovány do elektroinstalačních krabic ABB **LK 80X28/T** na omítku. Při vedení v parapetních kanálech budou v krabici Kopos **KP EKE_HB** přímo ve žlabu.

3.5.3 Patch panely

Pro zachování modularity navrhuji neosazený patch panel **Panduit CP24WSBLY**. Tento panel má 24 pozic pro osazení stíněnými nebo nestíněnými jack moduly typu Mini-Com. Šířka panelu je 19" a výška 1U. Panel je vybaven vázací lištou a popisky jednotlivých portů. Pro navrhovanou počítačovou síť bude potřeba pět těchto panelů. Volné pozice navrhuji zaslepit černými záslepkami **CMBBL-X**. Konkrétní osazení portů patch panelů je uvedeno v příloze č. 4.



Obrázek č. 22 Patch panel CP24WSBLY
(Zdroj: 16)

3.6 Prvky organizace

3.6.1 Datový rozvaděč

Jak bylo zmíněno v předešlých kapitolách, síť je navrhována s jedním rozvaděčem. Tento rozvaděč navrhuji umístit do místnosti 37, která je sice volně přístupná, ale je klimatizována a nachází se v blízkosti většiny kanceláří, kde je největší počet datových zásuvek.

Navrhuji stojanový rozvaděč od výrobce Solarix, konkrétně model **LC-50 42U**, **600x800**. Model je skříňového typu. Toto provedení je nutné, aby byl rozvaděč uzamykatelný a zabezpečitelný, protože se nachází na přístupném místě. Skříň rozvaděče má šířku 600 mm, hloubku 800 mm a výšku 1963 mm. Prostor pro montáž je o výšce 42U a šířce 19". Takový rozměr poskytuje rezervu pro případné rozšíření. Skříň má povrchovou úpravu barvou v odstínu RAL 7035 a celoskleněné dveře.

Pro napájení aktivních prvků navrhuji napájecí panel Solarix **ACAR S8 FA** šířky 19" s osmi zásuvkami s napětím 230V a přepět'ovou ochranou.

Blokové schéma osazení datového rozvaděče je znázorněno v **příloze č. 5**.

3.6.2 Organizéry kabeláže

Za účelem zajištění přehlednosti a možnosti rychlé orientace v kabeláži v datovém rozvaděči je vhodné použít organizéry kabeláže. Ty také zajistí správný poloměr ohybu a tím větší životnost kabelů.

Doporučuji použití horizontálních vyvazovacích panelů Solarix **VP-02-2-00-B** s výškou 2U a **VP-01-1-00-B** s výškou 1U. Vertikální organizace bude zajištěna vyvazovacími háčky **VH-D1-88** s rozměry 80x80 mm. Tyto háčky budou přítomny u každého unitu, na kterém bude uchycen horizontální organizér.



Obrázek č. 23: Vyvazovací háček a horizontální organizér Solarix
(Zdroj: 17)



Obrázek č. 24: Datový rozvaděč Solarix
(Zdroj: 17)

3.6.3 Vázací pásy

Svazkování kabeláže horizontální sekce zlepší organizaci a přehlednost kabelů v pracovní sekci rozvaděče i v linkové části. Obyčejné úzké elektrikářské vázací pásy mohou kabely stáhnout příliš těsně a vytvořit tzv. „vosí pas“, který zhoršuje přenosové parametry kabelů. Proto navrhuji použití vázacích pásku **SXSZO-10MM-25M-BK** na suchý zip od firmy Solarix. Pásy mají černou barvu, šířku 20 mm a jsou prodávány v balení po 25 m.



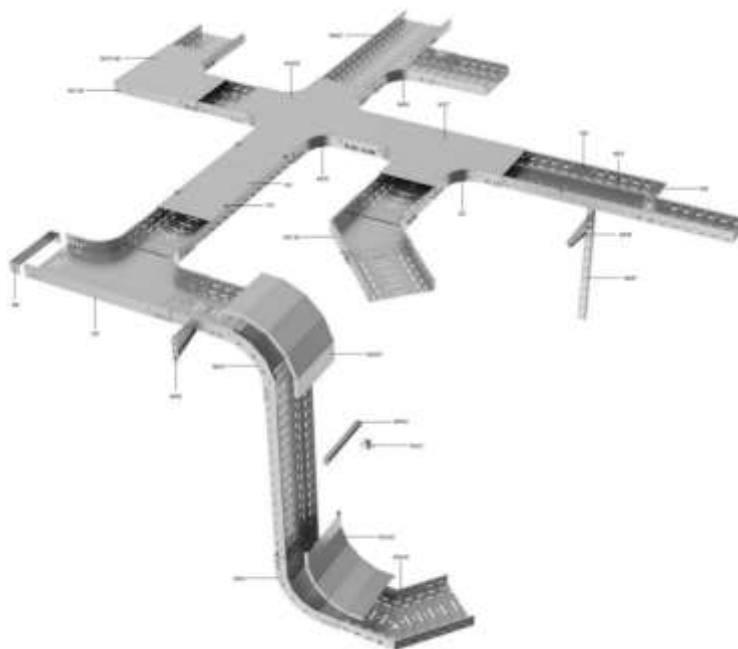
Obrázek č. 25: Vázací páska SXSZO-10MM-25M-BK
(Zdroj: 17)

3.7 Prvky vedení

Kvůli vedení kabeláže jak v kancelářích, tak ve výrobních prostorách je vhodné využít více typů prvků vedení, jako kabelové lišty, kanály a žlaby. Pro realizaci tohoto vedení navrhuji produkty od firmy **Kopos**. Široká nabídka výrobce zahrnuje všechny potřebné produkty.

3.7.1 Kabelové žlaby

Pro vedení v podhledech i ve výrobních halách navrhuji vedení v kabelových žlabech řady **MARS**. Tento systém nabízí širokou škálu žlabů, spojů a úchytů. Plechový žlab poskytuje vyšší fyzickou ochranu oproti žlabům drátěným. Podle počtu kabelů budou použity různé rozměry žlabů. Větší žlab bude **NKZI 50X125X0.70_S** s rozměry 125x50 mm, menší žlab bude **NKZI 50X62X0.70_S** s rozměry 62x50. Větší rozměr navrhuji využít pro vedení v podhledech a menší rozměr pro rozvody ve výrobních prostorech. Plnění žlabů bude do 50%. Žlaby a ostatní prvky jsou nabízeny v různých povrchových úpravách zahrnujících různé druhy zinkování a lakování, či provedení z nerezové oceli. Navrhuji použití prvků pozinkovaných Sendzimirovou metodou z důvodů nízkých pořizovacích nákladů, dobrého výkonu a velké dostupnosti u výrobce. K instalaci je dále třeba více druhů prvků jako třeba oblouky, redukce, víka, spojky aj. Jejich seznam je k nalezení v příloze č. 6 v části rozpočtu prvků vedení.



Obrázek č. 26: Žlabový systém Mars
(Zdroj: 18)

3.7.2 Kabelové kanály

Pro rozvody v kancelářích, nad kterými není možno vést žlaby, navrhuji využití elektroinstalačních kanálů řady **EKE**. Kanály lze instalovat bez zásahů do zdiva a datové zásuvky zasadit přímo do nich. Z důvodu vytvoření prostoru pro montáž přístrojové krabice bude použit model **EKE 100X60_HD** rozměry 100x60 mm, přestože by pro rozvody malého počtu kabelů po kancelářích stačil menší rozměr. Zásuvky budou instalovány do přístrojové krabice **KP EKE_HB**. K instalaci kanálů budou dále třeba koncové a spojovací kryty a kryt ohybový s krytem pro vnitřní roh.



Obrázek č. 27: Montáž kanálu Elegant
(Zdroj: 18)

3.7.3 Kabelové lišty

Pro spojení zásuvek s kabelovými žlaby navrhuji použít elektroinstalační lišty modelu **LHD 17X17_HD**. Jelikož těmito lištami povede malý počet kabelů, je rozměr 17x17 mm dostačující. Zásuvky budou instalovány do krabice **LK 80X28/T** od výrobce ABB. K instalaci budou dále třeba koncové a spojovací kryty.



Obrázek č. 28: Lišta KOPOS 17x17
(Zdroj: 18)

3.8 Prvky identifikace

Pro zajištění správné instalace kabelů a následné správy sítě je podstatné mít důležité prvky kabelážního systému řádně označeny, zejména kabely a porty datových zásuvek a patch panelů.

3.8.1 Identifikační kód

Navrhuji **přímý** identifikační kód, ten přiřazuje portům označení dle čísla místnosti, zásuvky a portu v zásuvce. Tento kód je proti reverznímu (zpětnému) kódu vhodnější pro instalaci kabeláže, ale méně vhodný pro správu výsledného systému. Jeho další nevýhodou je jeho délka. Obě tyto nevýhody nejsou pro potřeby naší sítě výrazné. Po instalaci není plánováno větší aktivní zacházení s prvky sítě a kabeláž je dostatečně malého rozsahu. Z toho důvodu není třeba dlouhý kód

Struktura kódu: **MM.ZX**, kde jednotlivá písmena znamenají:

MM – číslo místnosti

Z – číslo zásuvky v místnosti

X – označení portu v zásuvce (zleva A,B,C)

Toto označení bude na portech patch panelů, datových zásuvek a minimálně na každém konci kabelu linky.

3.8.2 Značení prvků kabeláže

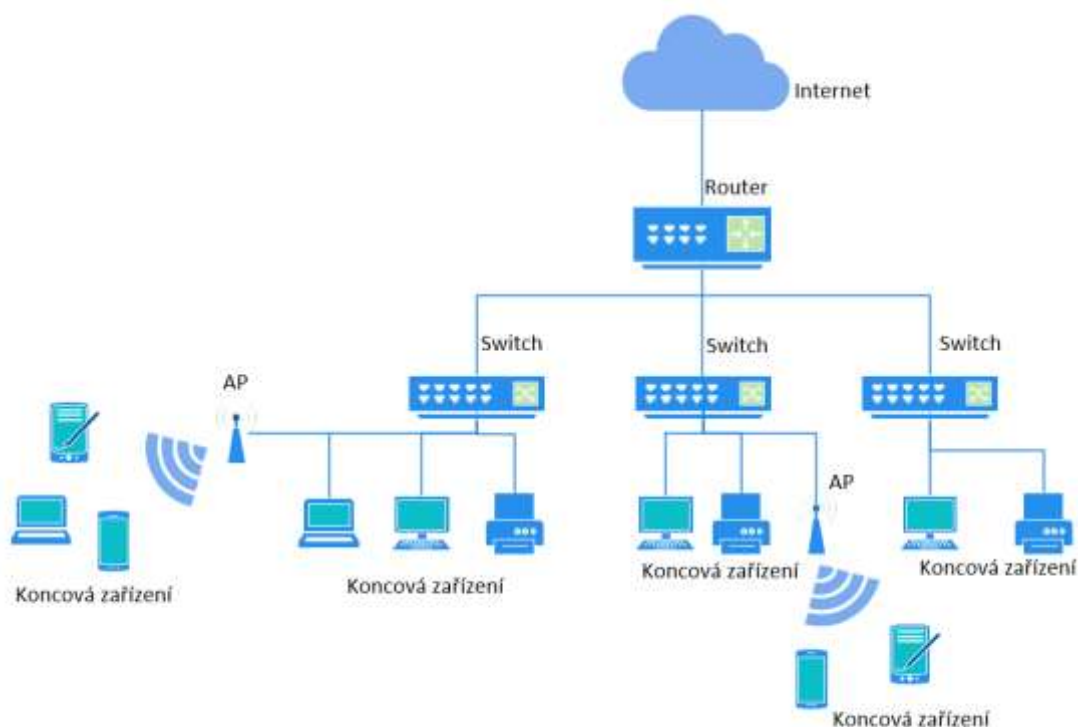
Kabely budou označeny na každém konci linky a v místech dělení tras. Konce kabelů linek je třeba označit 4x, každý konec při pokládání kabelu a poté znovu po konektorování, kdy je první štítek odstraněn. Pro značení kabelů navrhuji lepicí štítky Panduit **S075X125VAC**. K označení portů zásuvek štítek **C061X030FJC**.



Obrázek č. 29: Štítek S075X125VAC
(Zdroj: 16)

3.9 Logické schéma sítě

Kvůli použití pouze jednoho rozvaděče a absenci páteřního vedení lze navrhovanou síť zobrazit v jednoduchém blokovém schéma. Internet je přiveden do routeru, do kterého jsou připojeny tři switche. Koncová zařízení jsou připojena ke switchům přes datové zásuvky a patch panely. V případě bezdrátového připojení jsou zařízení připojena na AP, které jsou jako ostatní připojeny kabely ke switchům přes datové zásuvky a patch panely. Schéma sítě je znázorněno v diagramu na **obrázku č.30**. Počet koncových zařízení a AP je zobrazen pouze ilustračně a neodpovídá skutečnému návrhu.



Obrázek č. 30: Logické schéma sítě
(Zdroj: vlastní zpracování)

3.10 Aktivní prvky

Zde uvádím doporučení na aktivní prvky sítě. Konkrétní výběr závisí na volbě investora, stejně jako u volby modelu a instalace IP kamer.

Switch

Doporučuji použít tři switche, z toho dva s 48 porty a jeden 24 portový. Výběr konkrétního modelu je na investorovi. Návrh kabeláže počítá se 118 přípojnými místy, mezi které je zahrnuta dostatečná rezerva, proto není třeba volit switche s velkou rezervou volných portů. Zároveň navrhuji nepropojovat všechny porty patch panelů do switchů. U zásuvek s dvěma rezervními porty navrhuji jeden nechat nezapojený.

Důležité je, aby switch podporoval navrhovanou přenosovou rychlost GE (1 Gb/s) a technologii PoE pro napájení IP kamer. V případě nutnosti rozšíření sítě také IP telefonů. Switche, vyhovující těmto požadavkům jsou například **UniFi Switch 48 PoE** a **UniFi Switch 24 PoE** od výrobce UBIQUITI. Switche splňují výše zmíněné požadavky, také oba disponují SFP porty a jsou instalovatelné na rack 19".



Obrázek č. 31: UniFi Switch 48 PoE
(Zdroj: 19)

Router

Router je podniku poskytován providerem. Jeho umístění navrhuji nahoru do datového rozvaděče, jak je znázorněno v schématu osazení DR v **příloze č. 5**.

Access point

AP doporučuji od stejného výrobce a řady jako switche, např. **UniFi AC Lite**. Schopný přenosu v pásmu 2,4 i 5 GHz a s rychlostí 867 + 300 Mb/s. Jedná se o model s vestavěnou anténou a malými rozměry, tak je dosaženo elegantního a moderního vzhledu.



Obrázek č. 32: UniFi AC Lite
(Zdroj: 19)

3.10 Ekonomické zhodnocení

V následující a poslední části vlastního návrhu řešení jsou shrnuty a zhodnoceny náklady na uskutečnění projektu. Do zhodnocení nejsou zahrnuty aktivní prvky ani koncové uzly, jako IP kamery.

Náklady se skládají z pasivních prvků kabeláže (tedy materiálu) a z odhadu nákladu na práci a instalaci. Cena práce je pouze odhadnuta a to jako 50% celkové ceny pasivních prvků.

Ceny jsou získány z e-shopů výrobců nebo distributorů. V případě, kdy nebyl konkrétní materiál dostupný na českých e-shopech je vycházeno z cen zahraničních distributorů, které byly převedeny na české koruny dle aktuálních kurzů.

Uvedené částky jsou pouze orientační. Odhad práce je také pouze přibližný, jelikož konkrétní instalační firma, která by projekt realizovala by měla být certifikována výrobcí komponent. Její práce by tedy mohla být dražší, zároveň však lze předpokládat, že by měla nasmlouvané nižší pořizovací ceny materiálu od výrobců.

Ceny jsou uvedeny bez DPH a vztahují se k aktuálnímu kurzu české koruny a k aktuálním cenám materiálů v době vypracování práce. V následující tabulce č.4 je shrnutí celkových nákladů zaokrouhleno na tisíce. Přesné hodnoty výdajů za konkrétní prvky jsou uvedeny v **příloze č. 6**.

Tabulka č. 4 Rozpočet

Položka	Cena bez DPH
Kabeláž	83 000 Kč
Prvky konektivity	83 000 Kč
Prvky organizace	23 000 Kč
Prvky vedení	89 000 Kč
Pasivní prvky celkem	278 000 Kč
Instalační práce	139 000 Kč
Celkem bez DPH	417 000 Kč

(Zdroj: vlastní zpracování)

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit návrh sítě pro výrobní podnik v souladu s požadavky stanovenými normami a vedením podniku. Tohoto cíle bylo dosaženo analýzou současného stavu a požadavků investora.

V analytické části je představen podnik, jeho předmět podnikání a organizační struktura. Dále jsou vyhodnoceny vstupní informace pro vypracování projektu. Hlavními zdroji těchto informací byly konzultace s investorem a analýza budovy. Ze které vychází návrh počtu a umístění přípojných míst a vedení kabelových tras. V další části jsou uvedeny základní znalosti potřebné k pochopení dané problematiku.

Poslední část zahrnuje vypracování návrhu počítačové sítě. Návrh uvádí počet a umístění přípojných míst a vedení kabelových tras, volbu jednotlivých prvků sítě s popisem jejich klíčových vlastností. Po popisu prvků vedení kabelů a doporučení na aktivní prvky je návrh zakončen ekonomickým zhodnocením.

Při návrhu bylo postupováno tak, aby výsledný projekt obsahoval kvalitní komponenty a vyhovoval požadavkům podniku. Zároveň se vyhýbal zbytečně vysokým nákladům, přesto že investor na projekt nezadal finanční limit. Síť je navržena s poměrně velkou rezervou přípojných míst, pro snadné rozšíření koncových zařízení.

V přílohách jsou uvedeny kabelové tabulky, ve kterých je definováno zapojení kabelů a prvků konektivity. Spolu s půdorysy objektu, osazením patch panelů a rozvaděče a s ekonomickým zhodnocením.

Investor může návrh použít ke srovnání se svou současnou sítí a získat tak představu o rozsahu změn a o finanční náročnosti v případě zavedení nové sítě.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) Sídlo a provozovny. *AT Weldsteel* [online] AT Weldsteel, [cit. 14.12.2021]. Dostupné z: <http://www.atweldsteel.cz/>
- (2) Výpis z obchodního rejstříku. *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2021 [cit. 14.12.2021]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=639882&typ=PLATNY>
- (3) ONDRÁK, Viktor. *Úvod do počítačových sítí* (přednáška) Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 2021.
- (4) HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3.
- (5) DONAHUE, Gary A. *Kompletní průvodce síťového experta*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2247-1.
- (6) PETERKA, Jiří. *eArchiv* [Online] eArchiv.cz, [cit. 6.12.2021]. Dostupné z: <https://www.earchiv.cz>
- (7) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (8) TRULOVE, James. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- (9) KLEMENT, Milan. *Technologie počítačových sítí*. [online] Univerzita Palackého Olomouc, Katedra technické a informační výchovy, 2019 [cit. 6.12.2021]. Dostupné z: https://www.pdf.upol.cz/fileadmin/userdata/PdF/katedry/ktiv/Studijni_materialy/Klement/2019/TPS_2019_prednasky.pdf
- (10) *Computer Network Topologies*. [online]. tutorialspoint [cit. 6.12.2021]. Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/data_communication_computer_network/computer_network_topologies.htm

- (11) DOSTÁLEK, Libor. a Alena. KABELOVÁ. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-323-4.
- (12) SCHATT, Stan. *Počítačové sítě LAN od A do Z*. 1. vyd. Praha: Grada, 1994. 378 s. ISBN 80-85623-76-5.
- (13) SOSINSKY, Barrie A. *Mistrovství – počítačové sítě: vše, co potřebujete vědět o správě sítí*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- (14) Panduit [online]. [cit.10.12.2021] Dostupné z: <https://www.panduit.com>
- (15) Kassex [online]. [cit.19.4.2022] Dostupné z: <https://eos.kassex.cz/belden-1700e/>
- (16) eibabo.cz [online] [cit.20.4.2022] Dostupné z: <https://www.eibabo.cz/>
- (17) solarix.cz [online] [cit.21.4.2022] Dostupné z: <https://www.solarix.cz/>
- (18) kopos.cz [online] [cit.22.4.2022] Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs>
- (19) i4wifi.cz [online] [cit.22.4.2022] Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ERP	Enterprise Resource Planning
PDA	Personal Digital Assistant
RJ45	Registered Jack
FE	Fast Ethernet
GE	Gigabit Ethernet
UTP	Unshielded Twisted Pair
PDU	Power Distribution Unit
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
AWG	American Wire Gauge
AP	Access Point

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Logo AT Weldsteel	14
Obrázek č. 2: Organizační struktura	15
Obrázek č. 3: Čísla místností	16
Obrázek č. 4: Sběrnice	23
Obrázek č. 5: Kruh.....	23
Obrázek č. 6: Hvězda.....	24
Obrázek č. 7: Referenční model ISO/OSI	26
Obrázek č. 8: Srovnání architektury TCP/IP a RM ISO/OSI	28
Obrázek č. 9: UTP kabel kategorie 6 se separačním křížem	31
Obrázek č. 10: S/FTP kabel kategorie 7	32
Obrázek č. 11: Optický kabel	32
Obrázek č. 12: Průběh indexu lomu.....	33
Obrázek č. 13: Linka, kanál a pracovní sekce	34
Obrázek č. 14: JACK.....	37
Obrázek č. 15: PLUG.....	37
Obrázek č. 16: Osazený patch panel	38
Obrázek č. 17: Datová zásuvka.....	38
Obrázek č. 18: Skříňový rozvaděč	39
Obrázek č. 19: UTP kabel 1700E	46
Obrázek č. 20: Jack modul CJ5E88TG v černá a bílé barvě	47
Obrázek č. 21: Kryt Tango s dvěma porty.....	48
Obrázek č. 22 Patch panel CP24WSBLY.....	48
Obrázek č. 23: Vyvazovací háček a horizontální organizér Solarix.....	49
Obrázek č. 24: Datový rozvaděč Solarix	50
Obrázek č. 25: Vázací páska SXSZO-10MM-25M-BK.....	50
Obrázek č. 26: Žlabový systém Mars	51
Obrázek č. 27: Montáž kanálu Elegant.....	52
Obrázek č. 28: Lišta KOPOS 17x17.....	53
Obrázek č. 29: Štítek S075X125VAC	54
Obrázek č. 30: Logické schéma sítě	55

Obrázek č. 31: UniFi Switch 48 PoE.....	56
Obrázek č. 32: UniFi AC Lite.....	56

SEZNAM TABULEK

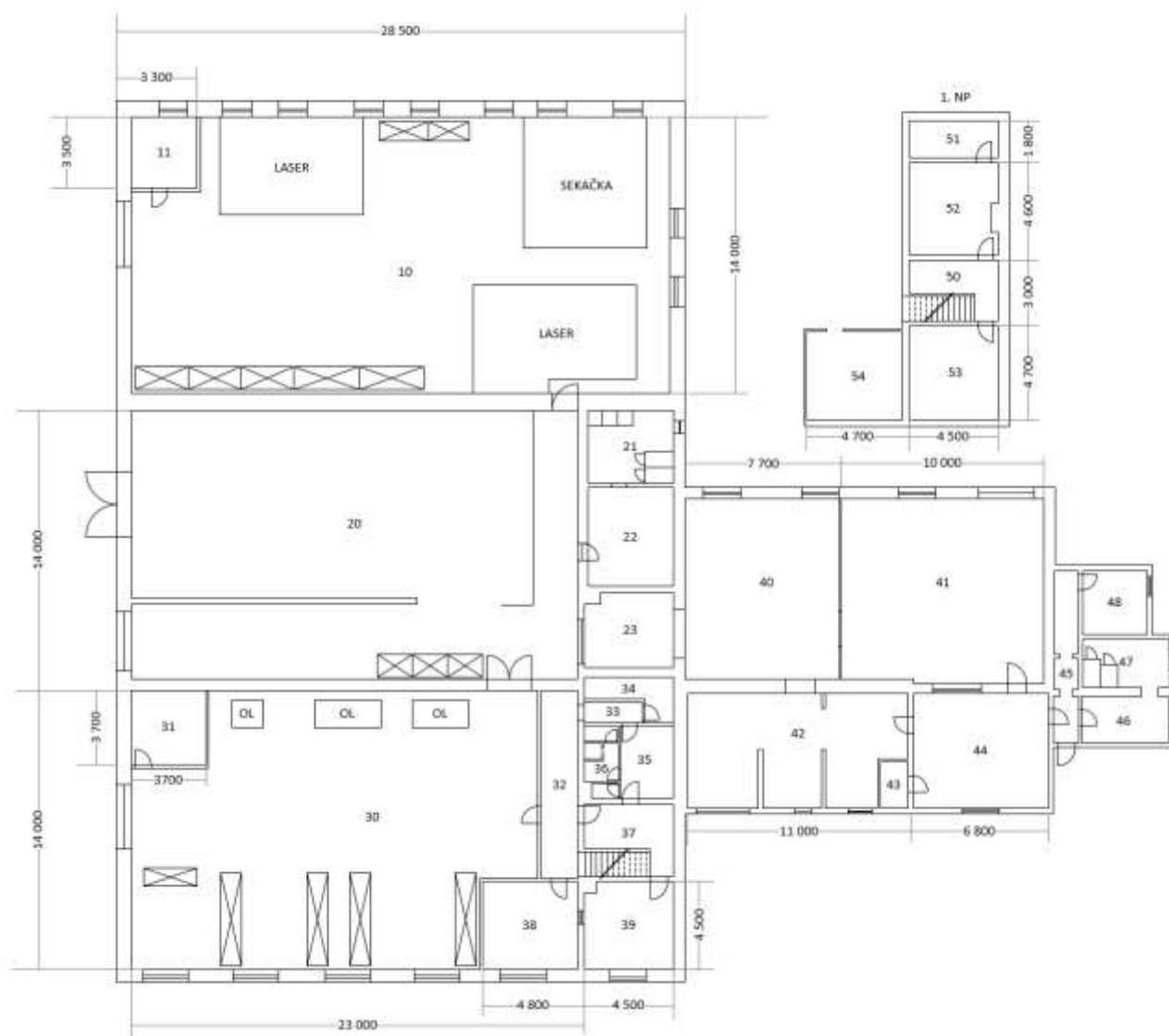
Tabulka č. 1: Koncové uzly	19
Tabulka č. 2: Třídy sítě a kategorie komponent kabeláže	35
Tabulka č. 3: Přehled přípojných míst	43
Tabulka č. 4 Rozpočet	57

SEZNAM PŘÍLOH

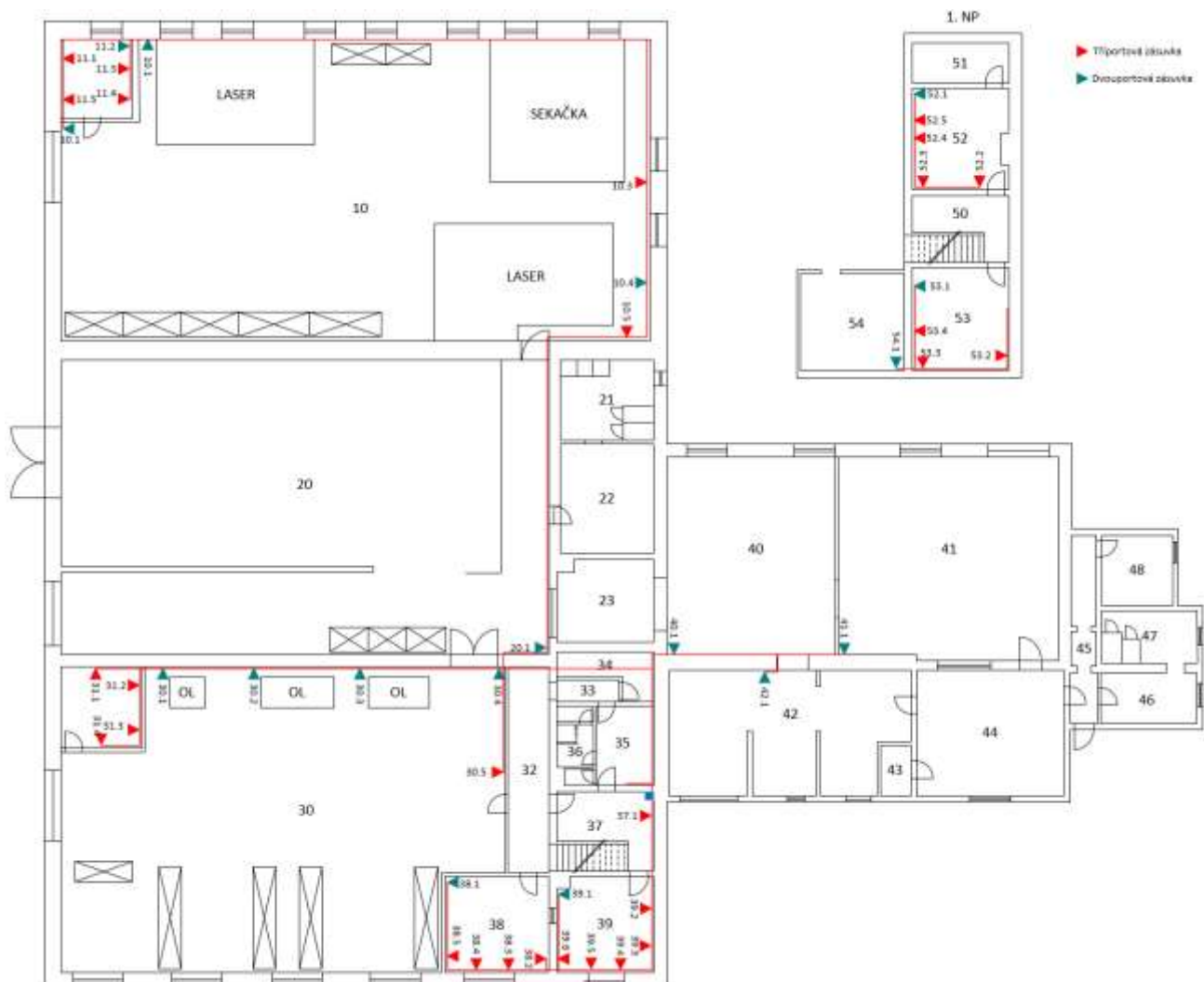
Příloha č. 1: Půdorys budovy	I
Příloha č. 2: Kabelové trasy (Zdroj: vlastní zpracování)	II
Příloha č. 3: Kabelové tabulky (Zdroj: vlastní zpracování)	III
Příloha č. 4: Osazení patch panelů (Zdroj: vlastní zpracování)	IX
Příloha č. 5: Osazení datového rozvaděče (zdroj: vlastní zpracování)	X
Příloha č. 6: Ekonomické zhodnocení (Zdroj: vlastní zpracování)	XI

Příloha č. 1: Půdorys budovy

(Zdroj: vlastní zpracování dle materiálů podniku)



Příloha č. 2: Kabelové trasy
(Zdroj: vlastní zpracování)



Příloha č. 3: Kabelové tabulky

(Zdroj: vlastní zpracování)

PANEL	PP-1	kabel			zásuvka					konektor	port	
PORT	označ.	délka (m)	typ	označ.	místnost	popis	typ	č.	umístění	typ	č.	označ.
1	10.1A	78,2	1700E	10.1A	10	Hala laser	ABB	0.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	0.1A
2	10.1B	78,2	1700E	10.1B			ABB	0.1		CJ5E88TGWH	B	0.1B
3	10.2A	71,7	1700E	10.2A			ABB	10.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	10.1A
4	10.2B	71,7	1700E	10.2B			ABB	10.1		CJ5E88TGWH	B	10.1B
5	10.3A	42,3	1700E	10.3A			ABB	10.2	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	10.2A
6	10.3B	42,3	1700E	10.3B			ABB	10.2		CJ5E88TGWH	B	10.2B
7	10.3C	42,3	1700E	10.3C			ABB	10.2		CJ5E88TGWH	C	10.2C
8	10.4A	37,7	1700E	10.4A			ABB	10.3	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	10.3A
9	10.4B	37,7	1700E	10.4B			ABB	10.3		CJ5E88TGWH	B	10.3B
10	10.5A	32,8	1700E	10.5A			ABB	10.4	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	10.4A
11	10.5B	32,8	1700E	10.5B			ABB	10.4		CJ5E88TGWH	B	10.4B
12	10.5C	32,8	1700E	10.5C			ABB	10.4		CJ5E88TGWH	C	10.4C
13	11.1A	77,2	1700E	11.1A	11	Kancelář programátorů	ABB	11.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	11.1A
14	11.1B	77,2	1700E	11.1B			ABB	11.1		CJ5E88TGWH	B	11.1B
15	11.1C	77,2	1700E	11.1C			ABB	11.1		CJ5E88TGWH	C	11.1C
16	11.2A	73,6	1700E	11.2A			ABB	11.2	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	11.2A
17	11.2B	73,6	1700E	11.2B			ABB	11.2		CJ5E88TGWH	B	11.2B
18	11.3A	74,9	1700E	11.3A			ABB	11.3	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	11.3A

19	11.3B	74,9	1700E	11.3B			ABB	11.3		CJ5E88TGWH	B	11.3B
20	11.3C	74,9	1700E	11.3C			ABB	11.3		CJ5E88TGWH	C	11.3C
21	11.4A	76,3	1700E	11.4A			ABB	11.4	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	11.4A
22	11.4B	76,3	1700E	11.4B			ABB	11.4		CJ5E88TGWH	B	11.4B
23	11.4C	76,3	1700E	11.4C			ABB	11.4		CJ5E88TGWH	C	11.4C
24	11.5A	79	1700E	11.5A			ABB	11.5	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	11.5A

PANEL	PP-2	kabel			zásuvka					konektor	port	
PORT	označ.	délka (m)	typ	označ.	místnost	popis	typ	č.	umístění	typ	č.	označ.
1	11.5B	79	1700E	11.5B	11	Kancelář programátorů	ABB	11.5	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	B	11.5B
2	11.5C	79	1700E	11.5C			ABB	11.5		CJ5E88TGWH	C	11.5C
3	20.1A	14,9	1700E	20.1A	20	Svařovna	ABB	20.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	20.1A
4	20.1B	14,9	1700E	20.1B			ABB	20.1		CJ5E88TGWH	B	20.1B
5	30.1A	33	1700E	30.1A	30	Hala expedice	ABB	30.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	30.1A
6	30.1B	33	1700E	30.1B			ABB	30.1		CJ5E88TGWH	B	30.1B
7	30.2A	28,8	1700E	30.2A			ABB	30.2	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	30.2A
8	30.2B	28,8	1700E	30.2B			ABB	30.2		CJ5E88TGWH	B	30.2B
9	30.3A	23,9	1700E	30.3A			ABB	30.3	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	30.3A
10	30.3B	23,9	1700E	30.3B			ABB	30.3		CJ5E88TGWH	B	30.3B
11	30.4A	17,4	1700E	30.4A			ABB	30.4	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	30.4A
12	30.4B	17,4	1700E	30.4B			ABB	30.4		CJ5E88TGWH	B	30.4B
13	30.5A	20,6	1700E	30.5A			ABB	30.5	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	30.5A
14	30.5B	20,6	1700E	30.5B			ABB	30.5		CJ5E88TGWH	B	30.5B

15	30.5C	20,6	1700E	30.5C			ABB	30.5		CJ5E88TGWH	C	30.5C
16	31.1A	36,8	1700E	31.1A	31	Kancelář expedice	ABB	31.1	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	31.1A
17	31.1B	36,8	1700E	31.1B			ABB	31.1		CJ5E88TGWH	B	31.1B
18	31.1C	36,8	1700E	31.1C			ABB	31.1		CJ5E88TGWH	C	31.1C
19	31.2A	35,5	1700E	31.2A			ABB	31.2	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	31.2A
20	31.2B	35,5	1700E	31.2B			ABB	31.2		CJ5E88TGWH	B	31.2B
21	31.2C	35,5	1700E	31.2C			ABB	31.2		CJ5E88TGWH	C	31.2C
22	31.3A	37,6	1700E	31.3A			ABB	31.3	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	31.3A
23	31.3B	37,6	1700E	31.3B			ABB	31.3		CJ5E88TGWH	B	31.3B
24	31.3C	37,6	1700E	31.3C			ABB	31.3		CJ5E88TGWH	C	31.3C

PANEL	PP-3	kabel			zásuvka					konektor	port	
PORT	označ.	délka (m)	typ	označ.	místnost	popis	typ	č.	umístění	typ	č.	označ.
1	31.4A	40	1700E	31.4A	31	Kancelář expedice	ABB	31.4	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	31.4A
2	31.4B	40	1700E	31.4B			ABB	31.4		CJ5E88TGWH	B	31.4B
3	31.4C	40	1700E	31.4C			ABB	31.4		CJ5E88TGWH	C	31.4C
4	37.1A	5,2	1700E	37.1A	37	Zasedací místnost	ABB	37.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	37.1A
5	37.1B	5,2	1700E	37.1B			ABB	37.1		CJ5E88TGWH	B	37.1B
6	37.1C	5,2	1700E	37.1C			ABB	37.1		CJ5E88TGWH	C	37.1C
7	38.1A	26,2	1700E	38.1A	38	Kancelář mistrů	ABB	38.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	38.1A
8	38.1B	26,2	1700E	38.1B			ABB	38.1		CJ5E88TGWH	B	38.1B
9	38.2A	18,2	1700E	38.2A			ABB	38.2	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	38.2A
10	38.2B	18,2	1700E	38.2B			ABB	38.2		CJ5E88TGWH	B	38.2B

11	38.2C	18,2	1700E	38.2C			ABB	38.2		CJ5E88TGWH	C	38.2C
12	38.3A	19,4	1700E	38.3A			ABB	38.3	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	38.3A
13	38.3B	19,4	1700E	38.3B			ABB	38.3		CJ5E88TGWH	B	38.3B
14	38.3C	19,4	1700E	38.3C			ABB	38.3		CJ5E88TGWH	C	38.3C
15	38.4A	20,9	1700E	38.4A			ABB	38.4	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	38.4A
16	38.4B	20,9	1700E	38.4B			ABB	38.4		CJ5E88TGWH	B	38.4B
17	38.4C	20,9	1700E	38.4C			ABB	38.4		CJ5E88TGWH	C	38.4C
18	38.5A	22,8	1700E	38.5A			ABB	38.5	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	38.5A
19	38.5B	22,8	1700E	38.5B			ABB	38.5		CJ5E88TGWH	B	38.5B
20	38.5C	22,8	1700E	38.5C			ABB	38.5		CJ5E88TGWH	C	38.5C
21	39.1A	21	1700E	39.1A	39	Kancelář	ABB	39.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	39.1A
22	39.1B	21	1700E	39.1B			ABB	39.1		CJ5E88TGWH	B	39.1B
23	39.2A	10	1700E	39.2A			ABB	39.2	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	39.2A
24	39.2B	10	1700E	39.2B			ABB	39.2		CJ5E88TGWH	B	39.2B

PANEL	PP-4	kabel			zásuvka					konektor	port	
PORT	označ.	délka (m)	typ	označ.	místnost	popis	typ	č.	umístění	typ	č.	označ.
1	39.2C	10	1700E	39.2C	39	Kancelář	ABB	39.2	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	C	39.2C
2	39.3A	11,7	1700E	39.3A			ABB	39.3	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	39.3A
3	39.3B	11,7	1700E	39.3B			ABB	39.3		CJ5E88TGWH	B	39.3B
4	39.3C	11,7	1700E	39.3C			ABB	39.3		CJ5E88TGWH	C	39.3C
5	39.4A	14,2	1700E	39.4A			ABB	39.4	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	39.4A
6	39.4B	14,2	1700E	39.4B			ABB	39.4		CJ5E88TGWH	B	39.4B

7	39.4C	14,2	1700E	39.4C			ABB	39.4	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	C	39.4C
8	39.5A	15,5	1700E	39.5A			ABB	39.5		CJ5E88TGWH	A	39.5A
9	39.5B	15,5	1700E	39.5B			ABB	39.5		CJ5E88TGWH	B	39.5B
10	39.5C	15,5	1700E	39.5C			ABB	39.5		CJ5E88TGWH	C	39.5C
11	39.6A	17,6	1700E	39.6A			ABB	39.6	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	39.6A
12	39.6B	17,6	1700E	39.6B			ABB	39.6		CJ5E88TGWH	B	39.6B
13	39.6C	17,6	1700E	39.6C			ABB	39.6		CJ5E88TGWH	C	39.6C
14	40.1A	10,6	1700E	40.1A	40	Přípravna	ABB	40.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	40.1A
15	40.1B	10,6	1700E	40.1B			ABB	40.1		CJ5E88TGWH	B	40.1B
16	41.1A	18,4	1700E	41.1A	41	Lakovna	ABB	41.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	41.1A
17	41.1B	18,4	1700E	41.1B			ABB	41.1		CJ5E88TGWH	B	41.1B
18	42.1A	18	1700E	42.1A	42	Zámečnická dílna	ABB	42.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	42.1A
19	42.1B	18	1700E	42.1B			ABB	42.1		CJ5E88TGWH	B	42.1B
20	52.1A	11,5	1700E	52.1A	52	Kancelář	ABB	52.1	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	52.1A
21	52.1B	11,5	1700E	52.1B			ABB	52.1		CJ5E88TGWH	B	52.1B
22	52.2A	4,3	1700E	52.2A			ABB	52.2	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	52.2A
23	52.2B	4,3	1700E	52.2B			ABB	52.2		CJ5E88TGWH	B	52.2B
24	52.2C	4,3	1700E	52.2C			ABB	52.2		CJ5E88TGWH	C	52.2C

PANEL	PP-5	kabel			zásuvka					konektor	port	
PORT	označ.	délka (m)	typ	označ.	místnost	popis	typ	č.	umístění	typ	č.	označ.
1	52.3A	6,9	1700E	52.3A	52	Kancelář	ABB	52.3	v kabelovém	CJ5E88TGWH	A	52.3A

2	52.3B	6,9	1700E	52.3B			ABB	52.3	kanálu	CJ5E88TGWH	B	52.3B
3	52.3C	6,9	1700E	52.3C			ABB	52.3		CJ5E88TGWH	C	52.3C
4	52.4A	9,5	1700E	52.4A			ABB	52.4		v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A
5	52.4B	9,5	1700E	52.4B			ABB	52.4	CJ5E88TGWH		B	52.4B
6	52.4C	9,5	1700E	52.4C			ABB	52.4	CJ5E88TGWH		C	52.4C
7	52.5A	10,3	1700E	52.5A			ABB	52.5	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	52.5A
8	52.5B	10,3	1700E	52.5B			ABB	52.5		CJ5E88TGWH	B	52.5B
9	52.5C	10,3	1700E	52.5C			ABB	52.5		CJ5E88TGWH	C	52.5C
10	53.1A	18,7	1700E	53.1A			53	Kancelář jednatelů	ABB	53.1	v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH
11	53.1B	18,7	1700E	53.1B	ABB	53.1			CJ5E88TGWH	B		53.1B
12	53.2A	10,1	1700E	53.2A	ABB	53.2			v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	53.2A
13	53.2B	10,1	1700E	53.2B	ABB	53.2				CJ5E88TGWH	B	53.2B
14	53.2C	10,1	1700E	53.2C	ABB	53.2				CJ5E88TGWH	C	53.2C
15	53.3A	14,6	1700E	53.3A	ABB	53.3			v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	53.3A
16	53.3B	14,6	1700E	53.3B	ABB	53.3				CJ5E88TGWH	B	53.3B
17	53.3C	14,6	1700E	53.3C	ABB	53.3				CJ5E88TGWH	C	53.3C
18	53.4A	16,7	1700E	53.4A	ABB	53.4			v kabelovém kanálu	CJ5E88TGWH	A	53.4A
19	53.4B	16,7	1700E	53.4B	ABB	53.4				CJ5E88TGWH	B	53.4B
20	53.4C	16,7	1700E	53.4C	ABB	53.4				CJ5E88TGWH	C	53.4C
21	54.1A	15,8	1700E	54.1A	54	Archiv	ABB	54.1	v krabici na zdi	CJ5E88TGWH	A	54.1A
22	54.1B	15,8	1700E	54.1B			ABB	54.1		CJ5E88TGWH	B	54.1B
23–24	Neosazeno											
Celková délka kabeláže:							3 381,5 m					

Příloha č. 4: Osazení patch panelů
(Zdroj: vlastní zpracování)

PP-1																							
10.1A	10.1B	10.2A	10.2B	10.3A	10.3B	10.3C	10.4A	10.4B	10.5A	10.5B	10.5C	11.1A	11.1B	11.1C	11.2A	11.2B	11.3A	11.3B	11.3C	11.4A	11.4B	11.4C	11.5A

PP-2																							
11.5B	11.5C	20.1A	20.1B	30.1A	30.1B	30.2A	30.2B	30.3A	30.3B	30.4A	30.4B	30.5A	30.5B	30.5C	31.1A	31.1B	31.1C	31.2A	31.2B	31.2C	31.3A	31.3B	31.3C

PP-3																							
31.4A	31.4B	31.4C	37.1A	37.1B	37.1C	38.1A	38.1B	38.2A	38.2B	38.2C	38.3A	38.3B	38.3C	38.4A	38.4B	38.4C	38.5A	38.5B	38.5C	39.1A	39.1B	39.2A	39.2B

PP-4																							
39.2C	39.3A	39.3B	39.3C	39.4A	39.4B	39.4C	39.5A	39.5B	39.5C	39.6A	39.6B	39.6C	40.1A	40.1B	41.1A	41.1B	42.1A	42.1B	52.1A	52.1B	52.2A	52.2B	52.2C

PP-5																						2 x záslepka	
52.3A	52.3B	52.3C	52.4A	52.4B	52.4C	52.5A	52.5B	52.5C	53.1A	53.1B	53.2A	53.2B	53.2C	53.3A	53.3B	53.3C	53.4A	53.4B	53.4C	54.1A	54.1B	X	X

Příloha č. 5: Osazení datového rozvaděče

(zdroj: vlastní zpracování)

U1 – U5	Rezerva	
U6	ROUTER	
U7	ORGANIZÉR	VP-01-1-00-B
U8	SWITCH	48P
U9	ORGANIZÉR	VP-02-2-00-B
U10		
U11	PP - 1	CP24WSBLY
U12	PP - 2	CP24WSBLY
U13	ORGANIZÉR	VP-01-1-00-B
U14	SWITCH	48P
U15	ORGANIZÉR	VP-02-2-00-B
U16		
U17	PP - 3	CP24WSBLY
U18	PP - 4	CP24WSBLY
U19	ORGANIZÉR	VP-01-1-00-B
U20	SWITCH	24P
U21	ORGANIZÉR	
U22	PP - 5	CP24WSBLY
U23	ORGANIZÉR	VP-01-1-00-B
U24 – U41	Volný prostor – rezerva (server, UPS a další aktivní prvky)	
U42	PDU	ACAR S8 FA

Příloha č. 6: Ekonomické zhodnocení

(Zdroj: vlastní zpracování)

P.N. - referenční vzor	popis	mj	množství	cena/mj	celkem
Kabeláž					
1700E.U0305	BELDEN UTP kabel kat. 5e, balení 305m	ks	13	4 849,00 Kč	63 037 Kč
NK5EPC1MBLY	PANDUIT UTP patch cord kat.5e, 1m – černý	ks	93	134 Kč	12 462 Kč
NK5EPC1MY	PANDUIT UTP patch cord kat.5e, 1m – šedý	ks	27	134 Kč	3 618 Kč
NK5EPC2MY	PANDUIT UTP patch cord kat.5e, 2m – šedý	ks	15	173 Kč	2 595 Kč
NK5EPC3MY	PANDUIT UTP patch cord kat.5e, 3m – šedý	ks	3	199 Kč	597 Kč
NK5EPC5MY	PANDUIT UTP patch cord kat.5e, 5m – šedý	ks	3	261 Kč	783 Kč
					83 092 Kč
Prvky konektivity					
CJ5E88TGBL	PANDUIT konektor UTP RJ-45 kat.5e – černý	ks	118	238 Kč	28 084 Kč
CJ5E88TGWH	PANDUIT konektor UTP RJ-45 kat.5e – bílý	ks	118	238 Kč	28 084 Kč
5014A-A00410 B	ABB kryt zásuvky	ks	45	138,50 Kč	6 233 Kč
3901A-B10 B	ABB rámeček zásuvky	ks	45	30,10 Kč	1 355 Kč
CP24WSBLY	PANDUIT patch panel 24 modulů	ks	5	3 746 Kč	18 730 Kč
CMBWH-X	PANDUIT záslepka bílá	ks	17	12 Kč	204 Kč
CMBBL-X	PANDUIT záslepka černá	ks	2	12 Kč	24 Kč
					82 713 Kč
Prvky organizace a identifikace					
LC-50 42U, 600x800.	SOLARIX datový rozvaděč 42U	ks	1	10 720 Kč	10 720 Kč
ACAR S8 FA	SOLARIX napájecí lišta	ks	1	633 Kč	633 Kč
VP-02-2-00-B	SOLARIX vyvazovací panel 2U	ks	2	293 Kč	586 Kč

VP-01-1-00-B	SOLARIX vyvazovací panel 1U	ks	5	251 Kč	1 255 Kč
VH-D1-88	SOLARIX vyvazovací háček	ks	18	57 Kč	1 026 Kč
SXSZO-10MM-25M-BK	SOLARIX suchý zip na vyvazování, 25m	ks	5	297 Kč	1 485 Kč
S075X125VAC	PANDUIT Popisky pro kabely – 225ks	ks	3	1 746 Kč	5 238 Kč
C061X030FJC	PANDUIT Popisky na patch panely – 500ks	ks	1	2 278 Kč	2 278 Kč
					23 221 Kč
Prvky vedení					
KOPOS MARS kabelový žlaby					
NKZI 50X125X0.70	Kabelový žlab 125x50	m	26	338,55 Kč	8 802 Kč
NKO 90X50X125	Kabelový oblouk klesající	ks	2	409,00 Kč	818 Kč
NSO 90X50X125	Oblouk stoupající	ks	1	381,80 Kč	382 Kč
NO 90X50X125	Oblouk 90°	ks	1	461,30 Kč	461 Kč
NR 50X62	Redukce	ks	1	46,30 Kč	46 Kč
NK 50X125	Koncovka	ks	1	52,10 Kč	52 Kč
NRD 50	Redukční díl	ks	2	228,20 Kč	456 Kč
NT 50X125	T kus	ks	1	470,70 Kč	471 Kč
NPS 125_ZNCR	Podpěra na stěnu	ks	15	144,14 Kč	2 162 Kč
NKZI 50X62X0.70	Kabelový žlab 62x50	m	96	256,60 Kč	24 634 Kč
V 62	Víko kabelového žlabu	m	90	105,60 Kč	9 504 Kč
NKO 90X50X62	Kabelový oblouk klesající	ks	1	380,25 Kč	380 Kč
NVKO 90X50X62	Víko oblouku klesajícího	ks	1	119,25 Kč	119 Kč
NO 90X50X62	Oblouk 90°	ks	6	387,20 Kč	2 323 Kč
NVO 90X62	Víko oblouku 90°	ks	6	124,80 Kč	749 Kč
NK 50X62	Koncovka	ks	3	40,90 Kč	123 Kč
NT 50X62	T kus	ks	1	430,10 Kč	430 Kč

NVT 62	Víko t-kusu	ks	1	143,65 Kč	144 Kč
ZVNE 62	Závěs vnější	ks	3	192,50 Kč	578 Kč
NPS 62_ZNCR	Podpěra na stěnu	ks	56	102,00 Kč	5 712 Kč
VU_GMT	Úchyt víka – balení 50ks	ks	4	665,00 Kč	2 660 Kč
NSM 6X10_ZNCR	Šroub s jisticí maticí – balení 100ks	ks	3	549,00 Kč	1 647 Kč
KPO 8X77_PO	Průvlaková kotva	ks	142	40,16 Kč	5 703 Kč
NKP 21_FB	Průchodka	ks	31	31,20 Kč	967 Kč
KVS_GMT	Svorka – balení 100ks	ks	2	758,00 Kč	1 516 Kč
KOPOS kanály EKE 100x60					
EKE 100X60_HD	Elektroinstalační kanál Elegant	m	26	366,20 Kč	9 521 Kč
8551_HB	Kryt koncový	ks	4	201,20 Kč	805 Kč
8552_HB	Kryt spojovací	ks	7	202,50 Kč	1 418 Kč
8553_HB	Kryt ohybový	ks	2	197,50 Kč	395 Kč
8555_HB	Kryt vnitřní roh	ks	5	191,25 Kč	956 Kč
KP EKE_HB	Přístrojová krabice	ks	13	77,30 Kč	1 005 Kč
8550-11_HB	Přístrojová podložka	ks	13	42,80 Kč	556 Kč
LHD 17X17_HD	Lišta hranatá 17x17	ks	80	24,50 Kč	1 960 Kč
8671_HB	Kryt koncový	ks	32	11,80 Kč	378 Kč
8672_HB	Kryt spojovací	ks	35	11,80 Kč	413 Kč
8673_HB	Kryt ohybový	ks	2	17,50 Kč	35 Kč
8676_HB	Kryt roh vnější	ks	2	17,50 Kč	35 Kč
LK 80X28/T	ABB přístrojová krabice tango	ks	32	31,80 Kč	1 018 Kč
					89 333 Kč
Celkem					278 359 Kč