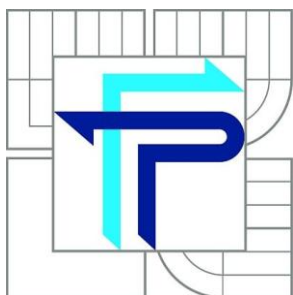


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF INFORMATICS

# NÁVRH SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY NA PLATFORMĚ PRŮMYSLOVÝ ETHERNET

NETWORK INFRASTRUCTURE DESIGN ON THE INDUSTRIAL ETHERNET PLATFORM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL ONDRÁK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ KŘÍŽ, Ph.D.

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Ondrák Michal**

---

Manažerská informatika (6209R021)

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

**Návrh síťové infrastruktury na platformě průmyslový ethernet**

v anglickém jazyce:

**Network Infrastructure Design on the Industrial Ethernet Platform**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

BIGELOW, S. J. Mistrovství v počítačových sítích. Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0178-9.

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

PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě od A do Z. Computer Press. ISBN 8072260987.

SCHIFFER, V. The Common Industrial Protocol(CIP™) and the Family of CIP Networks. ODVA, 2006.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Kříž, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

L.S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
Ředitel ústavu

---

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

V Brně, dne 04.06.2014

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je navrhnout optimální síťové infrastruktury pro zapojení automatizovaných výrobních zařízení a dohledových kamer ve společnosti Metaldyne spol. s r.o. se sídlem v Oslavanech. Navržená síťová infrastruktura musí splňovat zvýšené požadavky pro průmyslové prostředí.

## **Abstract**

The goal of this bachelor's thesis is design an optimal network infrastructure for connecting automated production equipment and surveillance cameras at Metaldyne Inc. located in Oslavany. Designed network infrastructure needs to meet the increased demands for industrial environments.

## **Klíčová slova**

Datový kabel, Univerzální kabelážní systém, průmyslový ethernet, Programovatelný automat PLC, Profinet

## **Keywords**

Data cable, Universal cable systém, Industrial ethernet, Programmable logic controller, Profinet

## **Bibliografická citace**

ONDRÁK, M. *Návrh síťové infrastruktury na platformě průmyslový ethernet*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky, 2014. 78 s. Vedoucí Bakalářské práce Ing. Jiří Kříž, Ph.D..

## **Čestné prohlášení**

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

V Brně dne 29.května 2014

.....

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Křížovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>13</b>
<b>Cíl práce</b>	<b>14</b>
<b>1 Analýza současného stavu</b>	<b>15</b>
1.1 O společnosti Metaldyne Oslavany spol. s r.o. ....	15
1.1.1 Historie společnosti.....	15
1.1.2 Popis výrobního závodu.....	15
1.1.3 Popis hal H3 a H4 .....	15
1.2 Výrobní program.....	16
1.2.1 Výrobní program na halách H3 a H4.....	16
1.3 Analýza automatizovaných výrobních technologií.....	17
1.4 Popis sítě na halách H3 a H4 .....	17
1.4.1 Nepříznivé vlivy působící na počítačovou síť .....	18
1.5 Požadavky investora .....	18
1.6 Shrnutí analýzy .....	18
<b>2 Teoretická východiska řešení</b>	<b>20</b>
2.1 Rozdělení sítě dle velikosti .....	20
2.1.1 LAN .....	20
2.1.2 MAN .....	20
2.1.3 WAN.....	21
2.2 Rozdělení sítí podle topologie .....	21
2.2.1 Sběrníková topologie .....	21
2.2.2 Hvězdicová topologie .....	22
2.2.3 Kruhová topologie .....	23
2.3 Referenční model ISO/OSI.....	24



2.3.1	Aplikační vrstva .....	25
2.3.2	Prezentační vrstva .....	25
2.3.3	Relační vrstva .....	25
2.3.4	Transportní vrstva .....	26
2.3.5	Síťová vrstva .....	26
2.3.6	Linková vrstva .....	26
2.3.7	Fyzická vrstva .....	27
2.4	Architektura TCP/IP .....	27
2.4.1	Vrstva síťového rozhraní .....	28
2.4.2	Síťová vrstva architektury TCP/IP.....	29
2.4.3	Transportní vrstva architektury TCP/IP .....	29
2.4.4	Aplikační vrstva .....	30
2.5	Reálná přenosová prostředí.....	31
2.5.1	Koaxiální kabel .....	31
2.5.2	Symetrické párové kabely.....	32
	Rozdělení párových kabelů podle ochrany stíněním.....	32
	Rozdělení párových kabelů dle konstrukce páru.....	33
2.5.3	Optické kabely .....	34
2.6	Univerzální kabelážní systém .....	36
2.6.1	Normy .....	36
2.6.2	Sekce kabelážního systému .....	37
	Páteřní sekce.....	38
	Horizontální sekce.....	39
	Pracovní sekce.....	40
2.6.3	Základní pojmy kabelážního systému.....	40

2.6.4	Prvky kabelážního systému .....	41
	Prvky konektivity .....	41
	Prvky organizace kabeláže .....	43
	Prvky vedení kabeláže .....	44
	Prvky identifikace kabeláže .....	44
2.7	Aktivní prvky počítačové sítě .....	45
2.7.1	Repeater .....	45
2.7.2	Hub.....	45
2.7.3	Switch .....	46
2.7.4	Router.....	46
2.8	Průmyslové prostředí .....	47
2.8.1	Základní požadavky na odolnost .....	47
2.9	Programovatelný automat PLC.....	49
2.9.1	Programovatelný automat PLC Siemens Simatic S7-300 .....	49
2.9.2	Řízení a programování PLC Siemens Simatic S7-300 .....	50
2.10	Profinet.....	51
2.10.1	Siemens CP 343-1 Lean.....	51
<b>3</b>	<b>Návrh řešení</b> .....	<b>52</b>
3.1	Návrh připojených zařízení.....	52
3.1.1	Rozšíření konfigurace PLC Siemens Simatic S7-300 .....	52
3.1.2	Dohledové kamery .....	53
3.2	Návrh přípojných míst .....	54
3.3	Návrh topologie a technologie sítě .....	54
3.4	Výběr komponent .....	55
3.4.1	Kabely .....	55

3.4.2	Propojovací kabely do rozvaděče .....	56
3.4.3	Konektory .....	56
3.4.4	Komunikační moduly .....	57
3.4.5	Patch panely .....	58
3.4.6	Zásuvky.....	58
3.4.7	Záslepný modul.....	59
3.4.8	Datový rozvaděč .....	59
3.4.9	Horizontální organizér .....	60
3.4.10	Napájecí panel.....	60
3.4.11	DIN lišta do rozvaděče .....	61
3.5	Návrh materiálu kabelových tras .....	61
3.5.1	Volba lišty.....	62
3.5.2	Volba trubek .....	63
3.5.3	Naomítková krabice.....	64
3.6	Návrh tras.....	65
3.7	Návrh značení .....	67
3.8	Návrh osazení rozvaděče .....	68
3.9	Osazení přepojovacího panelu .....	69
3.10	Návrh aktivních prvků .....	69
3.10.1	Switch pro Profinet .....	69
3.10.2	Switch pro Ethernet .....	70
3.11	Připojení k firemní síti .....	70
3.12	Speciální požadavky montáže.....	71
3.12.1	Požadavky na uzemnění.....	71
3.12.2	Požadavky na záruku .....	71

3.12.3 Požadavky na instalační firmu .....	71
3.13 Ekonomické zhodnocení.....	71
<b>4 Závěr</b>	<b>73</b>
<b>Literatura</b>	<b>74</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>76</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>77</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>78</b>

## Úvod

Tato práce je zaměřená na návrh počítačové sítě na platformě průmyslový ethernet pro společnost Metaldyne spol. s r.o. se sídlem v Oslavanech. Rozsah zavedení je ve dvou výrobních halách, kde mají být připojeny automatizované výrobní zařízení do průmyslového ethernetu, spolu rozmístěním a zapojením dohledových kamer.

Navržený kabelážní systém musí odpovídat normám a odolat nepříznivým vlivům působícím ve výrobních halách.

## **Cíl práce**

Cílem této práce je navrhnout počítačovou síť do průmyslového prostředí pro účely řízení výrobních technologií a provozu dohledových kamer ve dvou výrobních halách společnosti Metaldyne spol. s r.o., která je investorem. V rámci této práce bude obsažena volba kabeláže a vedení tras tak, aby bylo možno projekt zrealizovat.

# 1 Analýza současného stavu

V této části bakalářské práce se budu zabývat analýzou stávajícího stavu dvou hal, určených pro návrh infrastruktury průmyslového ethernetu, z celkového počtu šesti hal.

## 1.1 O společnosti Metaldyne Oslavany spol. s r.o.

Společnost Metaldyne Oslavany spol. s r.o. je jedním závodem z celosvětové korporace Metaldyne. Společnost v Oslavanech se zabývá lisováním za studena.

### 1.1.1 Historie společnosti

Společnost byla založena v roce 1993 pod názvem Neumeyer CR jako podnik dvou společníků NeumeyerFliespressenGmbH a Teplárny Brno, a.s. V roce 1997 byl Neumeyer koupen společností MascoTech. V roce 2001 se společnost stala součástí americké korporace Metaldyne. S tímto krokem souviselo i přejmenování společnosti na Metaldyne Oslavany.<sup>1</sup>

### 1.1.2 Popis výrobního závodu

Výrobní závod se skládá z šesti hal určených pro výrobu. Na výrobní haly navazuje budova se sociálním zařízením a kancelářskými prostory. Tyto budovy se nacházejí v areálu, kde se nachází také skladovací prostory, neutralizační stanice odpadních vod, vrátnice a budova s archivem. Vše lze vidět na plánu pozemku a výrobního závodu viz. Příloha č.1 Areál společnosti.

### 1.1.3 Popis hal H3 a H4

Hala H3 má rozměr 64 metrů na délku, 18 metrů na šířku a 9 metrů na výšku. Hala H4 je menší na šířku než hala H3 a její rozměry jsou 64 metrů na délku, 14,5 metrů na

---

<sup>1</sup> METALDYNE. *Metaldyne: Historie společnosti* [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.metaldyne.cz/historie-spolecnosti/>

šířku a 9 metrů na výšku. Ve výrobních halách tři a čtyři dochází k procesům chemických povrchových úprav a žíhání materiálů. Vše je obstaráno dvěma linkami povrchových úprav a průběžnou pecí na hale H3. Poté linkou povrchových úprav, zvonovou pecí, hlubinnou pecí a pokloповou pecí. Na hale H4 se nachází dvě násypky pro přesypávání beden do košů pro pece a také tryskací stroj pro odstranění okují. Vše je vidět v příloze č.2 Haly č.3 a 4. Dále se na těchto halách nachází mostové jeřáby, jejichž dráhy jsou pod stropem hal ve výšce 9m.

## **1.2 Výrobní program**

Společnost Metaldyne Oslavany spol. s r.o. se zabývá lisováním za studena a třískovým obráběním.

### **1.2.1 Výrobní program na halách H3 a H4**

Na těchto halách probíhají mezioperace pro lisování za studena. A těmito operacemi jsou žíhání a chemická úprava povrchů materiálů.

**Žíhání** je tepelné zpracování, které se používá pro zlepšení vlastností ocelí. Tento proces se provádí ve třech fázích a těmi jsou postupně ohřev, výdrž na teplotě a chlazení. Dle stanovených požadavků se provádí určité žíhání při určité teplotě, např. rekrytalizační žíhání má výdrž na teplotě okolo 700°C. Podle druhu materiálu a způsobu tepelného zpracování probíhají přeměny v materiálu.

**Chemická úprava povrchů materiálů** je úprava povrchu materiálu vlivem působení specifických chemických látek, do kterých se materiál postupně namáčí. V případě společnosti Metaldyne mluvíme v případě materiálu o oceli. Postup je namáčení je následující: odmaštění, opláchnutí, odrezání, opláchnutí, aktivace, fosfátování, pasivace, a poslední je namočení do specifické lázně s mazivem. Takto zpracovaný ocelový díl je připravený k lisování. Taktéž lze touto chemickou úpravou materiál připravit k exportu tak, aby nerezižel vlivem vlhkosti. U takových operací se neprovádí fosfátování, nýbrž jen odmaštění, opláchnutí, odrezání, opláchnutí, pasivace, dle požadavku lze ještě namočit do oleje.



### **1.3 Analýza automatizovaných výrobních technologií**

Na hale H3, kde se nachází dvě linky povrchových úprav (LPÚ1 a LPÚ3) a průběžná pec R3. Na hale H4 se nachází linka povrchových úprav (LPÚ2), zvonová pec, hlubinná pec a poklopová pec. Každé s těchto zařízení je řízeno programovatelným automatem (dále jen PLC) Siemens Simatic S7-300 umístěných vždy v rozvaděči každého zařízení.

Siematic S7-300 je modulární systém umožňující rozšiřování o funkční moduly podle řízené technologie. Jádrem systému je procesorová jednotka v tomto případě ve verzi CPU 317se nebo CPU 315-2dp, podle potřeb řízené technologie. Tyto CPU disponují pro komunikaci pouze rozhraním MPI nebo Profibus, které nelze připojit do počítačové sítě založené na technologii Ethernet. Existují sice moduly komunikačních procesorů CP 34x, ale ty nejsou v PLC osazeny. Programování tedy probíhá tak, že je potřeba fyzicky přinést řídicí počítač k rozvodné skříně zařízení a napojit přímo na toto rozhraní. Pouze 3 pece v hale H4 mají kabel dovedený až do kanceláře mistra, kde jsou zapojeny přes PC adaptér každý do svého PC. Na hale H3 je tomu tak pouze pro LPÚ 3, která má z rozvodné skříně vyveden počítač pro ovládání této linky.

Programování a údržbu automatizovaných výrobních technologií provádí formou outsourcingu externí dodavatelská firma. Potřeba jakéhokoliv zásahu do PLC znamená jednak značné zdržení a odstávku zařízení do příjezdu technika a jednak zvýšené náklady na zásah o hodnotu cestovného a času technika.

### **1.4 Popis sítě na halách H3 a H4**

Počítačová síť v prostorách hal H3 a H4 v podstatě neexistuje. Do haly H4 jsou z kanceláře mistra nataženy jen zmíněné 3 komunikační kabely k PLC pecí. V kanceláři mistra je pak propojení se sítí pro mistrův PC. Tento PC je napojen do sítě pro administrativní budovu. Bohužel ani síť v administrativní budově není zmapovaná. Víme však, že je tato síť zcela funkční a připojení do datové zásuvky v kanceláři mistra by se dalo využít pro připojení navržené industriální sítě k Internetu.

### **1.4.1 Nepříznivé vlivy působící na počítačovou síť**

Ve výrobních halách H3 a H4, které jsou místem řešení nové industriální sítě, se nachází mnoho rušivých elementů v rámci výrobního procesu. Jsou to v první řadě neustálé vibrace, také výskyt olejů a maziv v místech vedení počítačové sítě ke strojům. Další významný element tvoří křížení se silnoprůdými kabely vedenými ke strojům. V druhé řadě jsou to chemické látky, jejichž únik může při nehodě nastat. V letních měsících je na těchto halách vysoká teplota, která ohrožuje funkčnost počítačová sítě. Další z vlivů jsou samozřejmě prach, a to vesměs železný, a také elektromagnetické rušení způsobené rádiovým ovládaním mostových jeřábů.

## **1.5 Požadavky investora**

Investor požaduje připojit všechna výrobní zařízení v halách H3 a H4 k počítačové síti tak, aby bylo umožněno jednak centrální řízení výrobních technologií z kanceláře mistra a jednak aby byl umožněn vzdálený on-line přístup k těmto zařízením pracovníkům servisní firmy.

Od počítačové sítě požaduje odolnost infrastruktury oproti působení nepříznivých vlivů působících v halách H3 a H4.

Taktéž požaduje navrhnout síť tak, aby byla snadno a s minimálními náklady rozšířitelná v případě změny nebo doplnění výrobních technologií v budoucnosti.

Dalším požadavkem investora je umístění dostatečného počtu dohledových kamer, aby pokrývaly celý prostor obou výrobních hal.

## **1.6 Shrnutí analýzy**

Z provedené analýzy vyplývá, že existující připojení výrobních zařízení nemá charakter počítačové sítě a není do budoucna efektivně rozšířitelné. Zcela k němu chybí dokumentace a vyskytují se chyby komunikace díky působení nepříznivých vlivů prostředí. Použitá technologie neumožňuje v současné konfiguraci vzdálené řízení výrobních technologií a zásahy do programu nebo nastavení zařízení v reálném čase, což sebou přináší pro společnost prostoje výrobních zařízení a tím i zvýšené náklady.

Dále dislokace kanceláře mistra neumožňuje trvalý dohled v obou halách z důvodu bezpečnosti pracovníků v tomto rizikovém pracovním prostředí.

## 2 Teoretická východiska řešení

V této části bakalářské práce jsou uvedeny teoretické podklady pro návrh síťové infrastruktury průmyslového ethernetu.

### 2.1 Rozdělení sítě dle velikosti

Rozdělení dle velikosti je rozdělení dle fyzického tvaru za použití geografické rozlohy, na které se síť rozpíná. Dle této metody můžeme síť rozdělit do tří následujících kategorií: LAN, MAN, WAN. Tyto kategorie se doplňují v závislosti na počtu připojených zařízení a uživatelů. LAN je většinou menší než MAN, a MAN by měla být menší než WAN. Z toho vyplývá, že udržovat finančně síť LAN je méně náročné než MAN, ale hlavní devizou tohoto dělení je geografická rozloha.<sup>2</sup>

#### 2.1.1 LAN

LAN v angličtině Local Area Network, v překladu místní síť. Už podle názvu vyplývá, že tato síť je limitována určitým blízkým prostorem, ať je to pár metrů nebo dům či několik domů. Tato síť může být tvořena dvěma počítači, nebo jich mohou být stovky. Množství zařízení zapojených do sítě LAN ovlivňují typy použitých kabelů a síťová architektura. Větší síť Lan se dělí většinou na pracovní skupiny. Je však nutné si uvědomit, že sítě LAN jsou základními kameny větších sítí MAN a WAN, které představují propojení těchto sítí LAN.<sup>3</sup>

#### 2.1.2 MAN

MAN v angličtině Metropolitan Area Network, v překladu městská síť. Jak název napovídá, rozloha odpovídá zhruba velikosti většího města. Maximální vzdálenost, která by neměla být překonána sítí této kategorie, je zhruba 80km. Síť MAN se skládá

---

<sup>2</sup> SHINDER, DebraLittlejohn. Počítačové sítě: nepostradatelná příručka k pochopení síťové teorie, implementace a vnitřních funkcí. Praha: SoftPress, 2003, s. 59. ISBN 80-86497-55-0.

<sup>3</sup> Tamtéž s. 60-61.

nejméně ze dvou sítí kategorie LAN.<sup>4</sup>

### 2.1.3 WAN

WAN v angličtině Wide Area Network, v překladu doslovně široká (rozlehlá) síť. Tento název naznačuje, že síť se rozkládá na široké zeměpisné vzdálenosti. Příkladem této sítě je Internet. WAN nemusí být veřejný, může to být i privátní síť. Příkladem takové sítě může být spojení poboček nadnárodní společnosti v různých zemích. Charakteristické pro síť WAN je, že nemusí být vždy jednotlivé body ve spojení permanentně jako u sítí LAN, nýbrž mohou být spojení vytvářena na základě žádosti.<sup>5</sup>

## 2.2 Rozdělení sítí podle topologie

Pod pojmem topologie sítě rozumíme označení způsobu, jakým jsou zařízení v síti mezi sebou propojeny. Rozlišujeme tři základní topologie, kterými jsou sběrnice, hvězdicová a kruhová.

### 2.2.1 Sběrnice topologie<sup>6</sup>

Ve sběrnice topologii není centrální uzel a všechny uzly jsou připojeny ke sdílenému přenosovému prostředí (sběrnice). Toto přenosové prostředí umožňuje komunikaci každý s každým. Je zde vyžadováno složitější řešení přístupu ke sběrnici. Informace se šíří po sběrnici všemi směry a všechny zařízení na síti k nim mají rovnocenný přístup. Informaci však přijme pouze zařízení, kterému náleží cílová adresa informace.

Pro sběrnici se typicky používá koaxiální kabel. Přidání a odebrání uzlu ke sběrnici lze bez porušení informačního toku. Pro připojení se používá T-spojka. Na každém

---

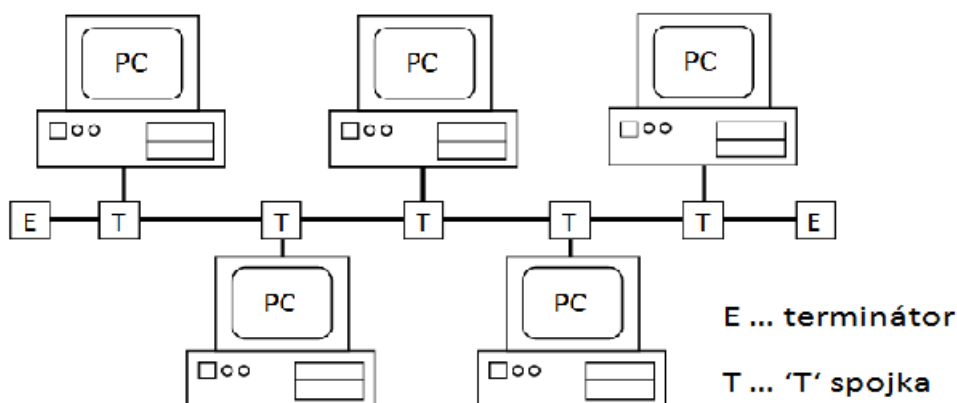
<sup>4</sup> SHINDER, Debra Littlejohn. Počítačové sítě: nepostradatelná příručka k pochopení síťové teorie, implementace a vnitřních funkcí. Praha: SoftPress, 2003, s. 61-62. ISBN 80-86497-55-0.

<sup>5</sup> Tamtéž s. 63-64.

<sup>6</sup> PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 37. ISBN 80-251-1278-0.

konci sběrnice musí být zakončení elektrickými rezistory (terminátory). Topologie sběrnice může být aktivní a pasivní, kde v praxi se nejvíce používá pasivní tj. přenosem obousměrně po jednom koaxiálním kabelu.

Nevýhodou Sběrnice topologie je, že jakékoli poškození kabelu, koncovky, konektoru znamenají ovlivnění funkčnosti sítě.



Obr. 1 Sběrnice topologie (zdroj vlastní)

### 2.2.2 Hvězdicová topologie<sup>7</sup>

Hvězdicová topologie se vyznačuje centrálním uzlem v síti. Centrální uzel řídí komunikaci mezi jednotlivými uzly. Přenos dat lze řídit jednoduchými protokoly a přenos lze snadno monitorovat. Tato topologie se hodí pro komunikaci koncového uzlu s centrálním. Při komunikaci dvou okrajových uzlů je zde kladen důraz na vysoký výkon centrálního uzlu. Hvězdicová topologie má dvě varianty: aktivní a pasivní hvězda.

*„Aktivní hvězda má ve svém středu opakovací signálu, případně zařízení s implementací části protokolu. Pasivní hvězda má v tomto bodě pouze pasivní člen, který slouží k distribuci signálu vyslaného jednotlivými stanicemi.“<sup>8</sup>*

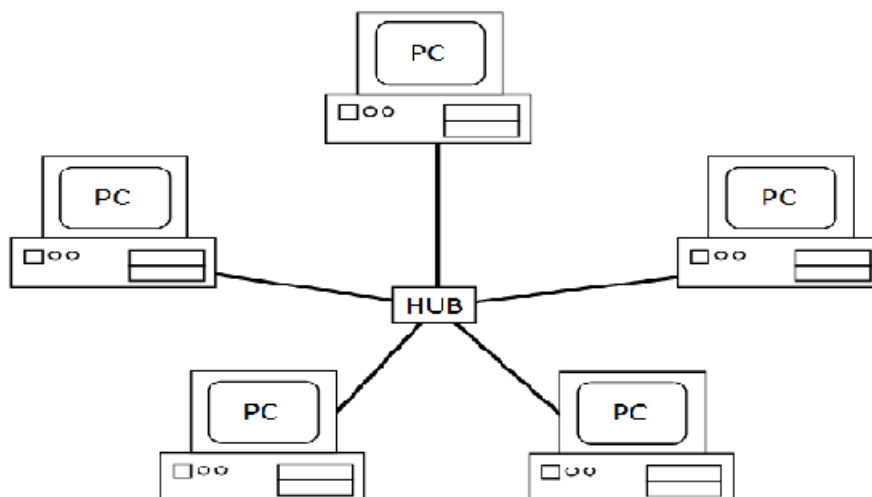
Pro hvězdicovou topologii se většinou užívají kabely kroucených párů. Tato

---

<sup>7</sup> PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 37. ISBN 80-251-1278-0.

<sup>8</sup> Tamtéž s. 37.

topologie je méně náchylná k poruchám kabelů, v případě poruchy jednoho kabelu je nefunkční pouze toto spojení. Při poruše centrálního uzlu následuje výpadek celé sítě. Nevýhoda této topologie je ve větší potřebě kabelů.



Obr. 2 Hvězdicová topologie (zdroj vlastní)

### 2.2.3 Kruhová topologie<sup>9</sup>

Kruhová topologie neobsahuje stejně jako sběrnicová centrální uzel. Každý uzel v síti je přímo spojen pouze s uzlem v síti předcházejícím a nadcházejícím. S dalšími uzly probíhá komunikace nepřímou, přes jeden nebo více uzlů. Informace obíhají jedním směrem na uzavřené cestě, proto není potřeba řešit směrování. Uzel přebírá zprávu, a pokud není adresovaná jemu, tak ji pošle dál. Z toho vyplývá, že každý uzel působí jako opakovač signálu.

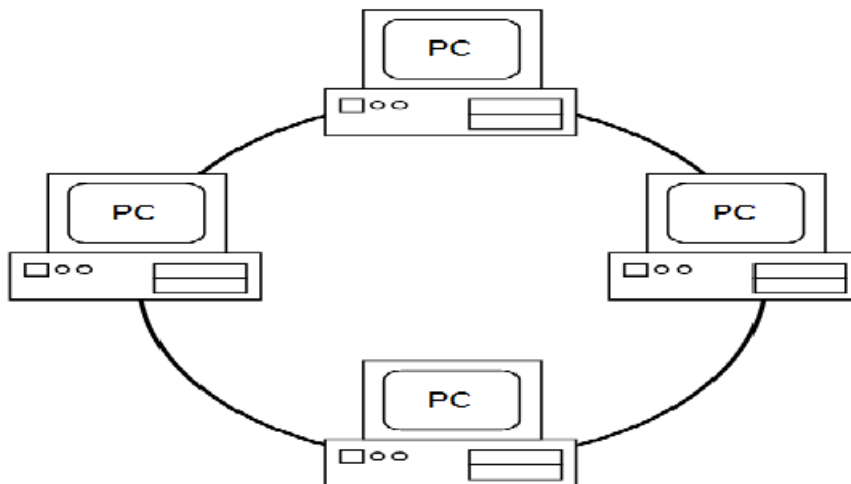
*„Topologie je pouze aktivní, protože v každém místě připojení stanice k síti musí být kruh přerušen, signál zpožděn, dekódován a poslán dál.“<sup>10</sup>*

Výhoda kruhové topologie je v jednoduchém předávání informací a neexistenci kolizí. Nevýhodou je však, že při výpadku uzlu je přerušen chod celé sítě. Kruhová topologie se dá však zdvojit pro odolnost vůči jednomu výpadku.

---

<sup>9</sup> PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 38. ISBN 80-251-1278-0.

<sup>10</sup> Tamtéž s. 38.



Obr. 3 Kruhová topologie (zdroj vlastní)

### 2.3 Referenční model ISO/OSI

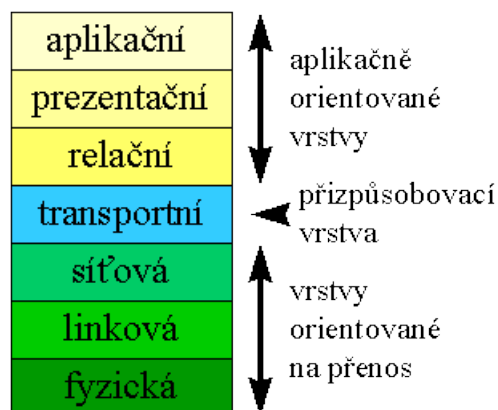
Referenční model ISO/OSI byl vytvořen v roce 1984 jako mezinárodní norma. Byl vytvořen na požadavek, aby bylo možné připojit všechna koncová zařízení, která vyhovují mezinárodním normám. Tudiž tak, aby bylo možné připojit zařízení od různých výrobců do sítě.

Tento model byl vytvořen jako sedmivrstvový tak, že jednotlivé vrstvy na sebe navazují. Každá z vrstev provádí jasně definované funkce. Pro svoji činnost každá vrstva využívá v hierarchii služby nižší vrstvy, pokud existuje. Svoji vlastní službu poté poskytuje vrstvě v hierarchii o jednu vyšší, pokud existuje. Logický probíhá komunikace horizontálně mezi stejnohlými vrstvami dvou uzlů. Fyzicky však pro svoji komunikaci používají služby nižší vrstvy. Vrchní tři vrstvy jsou tzv. uživatelé transportní služby (orientované na aplikaci), spodní tři vrstvy jsou tzv. poskytovatelé transportní služby a prostřední je tzv. přizpůsobovací vrstva, která má za úkol přizpůsobit přenosové technologie potřebám aplikací.<sup>11</sup> Název vrstev a jejich uspořádání je patrné na obrázku č.4.

---

<sup>11</sup>PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 42-50. ISBN 80-251-1278-0.





Obr. 4 Vrstvy ISO/OSI (zdroj PETERKA. *Referenční model ISO/OSI* [online]. [cit. 10.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/komp/data/iso.htm>)

### 2.3.1 Aplikační vrstva

Aplikační vrstva poskytuje aplikačním procesům přístup ke komunikačnímu systému a tím pádem umožňuje vzájemnou spolupráci těchto procesů. Je to vrstva nejbližší koncovému uživateli. Mezi služby poskytované aplikační vrstvou patří služby: aplikační, databázové, souborové, tiskové a zaslání zpráv.<sup>12</sup>

### 2.3.2 Prezentační vrstva

Hlavním úkolem prezentační vrstvy je definování formátů dat a jejich převádění z jednoho prezentačního formátu do jiného. Tímto slouží k poskytování služeb aplikační vrstvě. V mezi funkce prováděné touto vrstvou dále patří šifrování a dešifrování prvků.<sup>13</sup>

### 2.3.3 Relační vrstva

Mezi hlavní funkce relační vrstvy patří vytvoření, udržení a ukončení relace mezi dvěma komunikujícími subjekty. Pro svoje vytvoření konverzace může vyžadovat

---

<sup>12</sup> BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2004, s. 95. ISBN 80-251-0178-9.

<sup>13</sup> Tamtéž s. 94-95.

ověření uživatele a typ komunikace.<sup>14</sup>

### 2.3.4 Transportní vrstva

Hlavní funkcí transportní vrstvy je doručování datových bloků (datagramy) procesům (aplikacím). Dále může transportní vrstva měnit charakter přenosu, např. z nespojovaného na spojovaný, z nespolehlivého na spolehlivý. Adresací na této vrstvě je jednoznačný identifikátor procesu.<sup>15</sup>

### 2.3.5 Síťová vrstva

Síťová vrstva slouží k doručování datových bloků (paketů) na cílový uzel v kterékoliv síti. Síťová vrstva používá globální adresní systém. Tato vrstva je odpovědná za směrování paketů v sítích. Myšleny jsou tím adresy zdrojových a cílových zařízení a dalších všech zařízení (směrovačů) po cestě, které souvisejí s tímto přenosem v sítích. Tato vrstva určuje trasu přenosu paketů.

Pokud komunikace probíhá v rámci společného úseku místní sítě, mohou být pakety vyměněny pomocí datové a fyzické vrstvy. Pakliže komunikace zdrojového systému a cílového systému probíhá v různých sítích, je na směrovači (routeru), aby přesunul pakety po trase již nadefinované a dynamicky zjištěné.<sup>16</sup>

### 2.3.6 Linková vrstva

Linková vrstva, označována také spojová má za úkol přenášet bloky dat (rámce) mezi uzly jedné lokální sítě. Tato vrstva používá adresní systém založený na lokálních adresách přidělených síťovým rozhraním koncových uzlů sítě. V konkrétních architekturách bývá tato vrstva rozdělena na dvě podvrstvy. Podvrstva LLC připravuje data, která obdrží z vrchních vrstev pro přenos, zajišťuje adresaci a případně správnost doručení. Podvrstva MAC má na starosti řízení přístupu ke sdílenému přenosovému

---

<sup>14</sup> BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2004, s. 94. ISBN 80-251-0178-9.

<sup>15</sup> Tamtéž s. 94.

<sup>16</sup> Tamtéž s. 92-94.

prostředí, např. řešení kolizí.<sup>17</sup>

### 2.3.7 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva, tedy nejnižší vrstva referenčního modelu ISO/OSI, zajišťuje přenos bitů ve sdíleném přenosovém prostředí. Tato vrstva může používat různá přenosová prostředí, ať jde o koaxiální kabel, kabel kroucených párů, optický kabel, nebo otevřený prostor. Aktivní prvek používaný na této vrstvě je opakovač. Na této úrovni mají informace podobu impulsů, jež jsou zastoupeny binární jedničkou a nulou. Z toho vyplývá, že jednotkou přenosu fyzické vrstvy je jeden bit, adresace na této vrstvě není, bity se šíří celým sdíleným přenosovým prostředím.<sup>18</sup>

## 2.4 Architektura TCP/IP

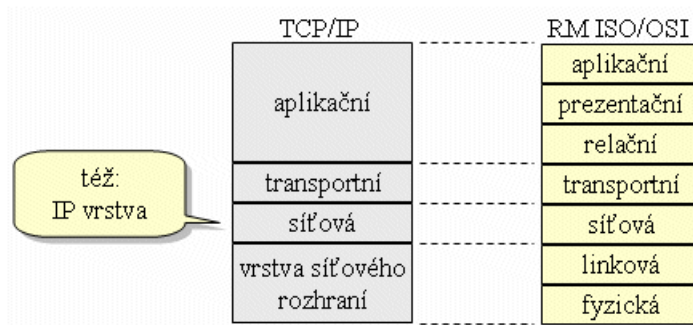
Architektura TCP/IP je nejčastěji používaná normalizovaná architektura internetové komunity, jenž je jednodušší a efektivnější než model OSI. Architekturu TCP/IP tvoří pouze čtyři vrstvy místo sedmi vrstev OSI. Názvy a pořadí vrstev je možno vidět na obr. č. 5. Součástí této tzv. rodiny protokolů je více než 100 protokolů. Jedná se o nejpoužívanější síťovou technologii, jenž funguje nad vším (IP over Everything). Z toho vyplývá, že tyto protokoly TCP/IP fungují nad každou linkovou technologií.<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2004, s. 91-92. ISBN 80-251-0178-9.

<sup>18</sup> Tamtéž s. 91.

<sup>19</sup> TCP/IP. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~hliboka/#layersExample>



Obr. 5 Architektura TCP/IP (zdroj PETERKA. *Referenční model ISO/OSI* [online]. [cit. 11.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.earchiv.cz/b05/b0600001.php3utbr.cz/~adamek/komp/data/iso.htm>)

### 2.4.1 Vrstva síťového rozhraní

Tato vrstva zahrnuje vše pod vrstvou síťovou, ale není definována architekturou TCP/IP. Nejsou zde specifikované přenosové technologie, nýbrž se používá technologií již dostupných a používaných, jako je např. Ethernet, Token ring.<sup>20</sup>

#### **Ethernet<sup>21</sup>**

Ethernet je nejčastěji používaná technologie pro vrstvu síťového rozhraní. Dnes se využívá díky jeho jednoduchosti jeho protokolu, a tím i jeho instalaci a údržby sítě, zhruba v 90% všech lokálních sítí.

Verze Ethernetu

- Ethernet – od roku 1983, přenosová rychlost 10 Mbit/s
- Fast Ethernet – od roku 1995, přenosová rychlost 100 Mbit/s
- Gigabit Ethernet – od roku 1998, přenosová rychlost 1 Gbit/s
- 10 Gigabit Ethernet – od roku 2002, přenosová rychlost 10 Gbit/s

<sup>20</sup> TCP/IP. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~hliboka/#layersExample>

<sup>21</sup>PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 87-88. ISBN 80-251-1278-0.

## **Token Ring<sup>22</sup>**

Lokální síť typu Token Ring byla vyvinuta společností IBM a je to lokální kruhová síť. Tato síť využívá sdílený přenosový prostředek, metoda předávání se provádí pomocí tzv. **tokenu**. Token znamená mít právo vysílat pro stanici, tudíž o toto právo nemusí bojovat. Token je zvláštní rámeček jenž obsahuje cílovou adresu, když stanice obdrží token má právo vysílat po určitý čas. Po uplynutí času či dokončení činnosti předá token další stanici po směru.

### **2.4.2 Síťová vrstva architektury TCP/IP<sup>23</sup>**

Síťová vrstva má přibližně stejné funkce jako v referenčním modelu ISO/OSI. Tudíž se stará o odesílání a příjem paketů v globálním rozsahu a o směrování těchto paketů mezi sítěmi. Síťová vrstva architektury TCP/IP používá k přenosu IP protokol, podle kterého se často tato vrstva nazývá také IP vrstva.

#### **IP protokol**

Je to klíčový protokol, který provádí vysílání paketů na základě síťových adres. Tyto adresy označujeme jako IP adresy a podle verze IP protokolu jsou buď 32bitové pro IPv4 nebo 128bitové pro IPv6. Díky této IP adrese se provádí směrování a doručení paketu. V rámci tohoto protokolu se kontroluje jen záhlaví paketu, nekontrolují se chyby, proto je tato síťová služba označena jako nespolehlivá. V rámci tohoto protokolu je i segmentace a znovusestavování paketů, protože odesílání paketů probíhá nezávisle a doručení nemusí odpovídat jejich pořadí.

### **2.4.3 Transportní vrstva architektury TCP/IP<sup>24</sup>**

Transportní vrstva opět téměř odpovídá transportní vrstvě v referenčním modelu

---

<sup>22</sup>PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 106. ISBN 80-251-1278-0.

<sup>23</sup> Tamtéž s. 246-247.

<sup>24</sup>PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 279-284. ISBN 80-251-1278-0.

ISO/OSI , jelikož se stará o koncový přenos dat mezi procesy. Nabízí spojení pomocí dvou protokolů TCP a UDP.

### **TCP protokol**

TCP, nebo-li TransmissionControlProtocol, poskytuje spolehlivý a spojovaný přenos dat. To vše díky vytváření virtuálních okruhů mezi koncovými aplikacemi. S vyšší vrstvou (aplikační) komunikuje pomocí souvislého toku dat (bytový proud). Z tohoto proudu vytváří datagramy, které předává k přenosu síťové vrstvě.

### **UDP protokol**

UDP, nebo-li User Datagram Protocol, poskytuje nespolehlivou a nespojovanou transportní službu. Této službě využívají aplikace, které takový rozsah zabezpečení jako aplikace používající TCP. V tomto protokolu chybí fáze navazování a rušení spojení.

#### **2.4.4 Aplikační vrstva<sup>25</sup>**

Aplikační vrstva je nejvyšší vrstvou architektury TCP/IP. Aplikační protokoly podporují uživatelské aplikace, jako jsou přenos třeba přenos zpráv, tak i administrativní aplikace, jako jsou například mapování jmen a adres. Nejpoužívanější aplikační protokoly jsou:

- TELNET (komunikace mezi stanicemi)
- FTP (spolehlivý přenos souborů)
- TFTP (jednoduchý přenos souborů)
- NFS (síťový systém souborů)
- DNS (služba jmen)
- SMTP (jednoduchý protokol transferu pošty)
- POP (poštovní protokol)
- IMAP (protokol přístupu k internetovým zprávám)
- HTTP (protokol transferu hypertextových informací)
- BOOTP (protokol při startu)

---

<sup>25</sup> Tamtéž s. 285-287.

- DHCP (dynamická konfigurace stanic)
- RSVP (rezervační protokol)
- SNMP (protokol pro management sítě)

## 2.5 Reálná přenosová prostředí

Přenosové prostředí používané v komunikačních sítích je v závislosti na použitém přenosovém médiu tvořeno buď kabely, nebo otevřeným prostorem (bezdrátové sítě). Kabely mohou být buď metalické, v případě, že přenosovým médiem je elektrický proud, nebo optické při použití světla jako přenosového média. Metalické kabely mohou dle své konstrukce být koaxiální nebo párové.

### 2.5.1 Koaxiální kabel<sup>26</sup>

Koaxiální kabel je starší typ vodiče, používaný dříve pro sítě se sběrníkovou topologií, kde se využívaly T-konektory pro připojení pracovních stanic. Kabel byl ukončen zakončovacím odporem (tzv. terminátor), který měl funkci zabránění zpětného odrazu signálu a tedy vzniku rušení signálu.

Koaxiální kabel je tvořen dvěma vodiči, vnitřním a vnějším oddělenými vzájemně dielektrikem, celý kabel je chráněn vnější izolací. Takovýto kabel se označuje jako nesymetrický. Koaxiální kabel má obecně lepší přenosové vlastnosti než párový kabel, ale špatně se s ním manipuluje. Proto se již v počítačových sítích nepoužívá.

---

<sup>26</sup> PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 24-25. ISBN 80-251-1278-0.



Obr. 6 Koaxiální kabel (zdroj *Ethernet - Technologie 10BASE2* [online]. [cit. 22.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://site.the.cz/index.php?id=26>)

### 2.5.2 Symetrické párové kabely<sup>27</sup>

Symetrický párový kabel je metalický kabel, který je tvořený čtyřmi kroucenými páry izolovaných měděných vodičů vzájemně zkroucených, chráněných vnějším pláštěm. Různým stoupáním jednotlivých párů a zkroucením párů mezi sebou se dosáhne lepší odolnosti kabelů proti elektromagnetickému rušení.

### Rozdělení párových kabelů podle ochrany stíněním<sup>28</sup>

Kabely mohou být stíněné a nestíněné. Stínění kabelů má za úkol jednak odstínit kabel od elektromagnetického rušení z venku a jednak snížit elektromagnetické vyzařování kabelu do okolí. Stíněné kabely jsou dražší a jejich instalace je složitější a vyžadují použití dražších stíněných spojovacích prvků. Stíněné kabely musí být uzemněny vždy jen na straně rozvaděče. Obecně platí, že špatně provedená instalace stíněné kabeláže může mít horší přenosové vlastnosti, než kabeláž nestíněná. Proto by se stíněné kabeláže měly používat jen ve zdůvodněných případech.

---

<sup>27</sup> Jordán, V. a V. Ondrák. *Infrastruktura komunikačních systémů I*. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 29-57. ISBN 978-80-214-4839-1.

<sup>28</sup> POSPÍŠILOVÁ, R. *Návrh kabeláže v průmyslovém prostředí – administrativní budova*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. s.26- 27. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..



- Nestíněný kabel

Označení kabelu je podle anglického názvu Unshielded Twisted Pair, tedy UTP. Tento kabel je nejnáchylnější na rušení a přeslechy. Má menší průměr a poloměr ohybu než kabely stíněné.

- Stíněný kabel

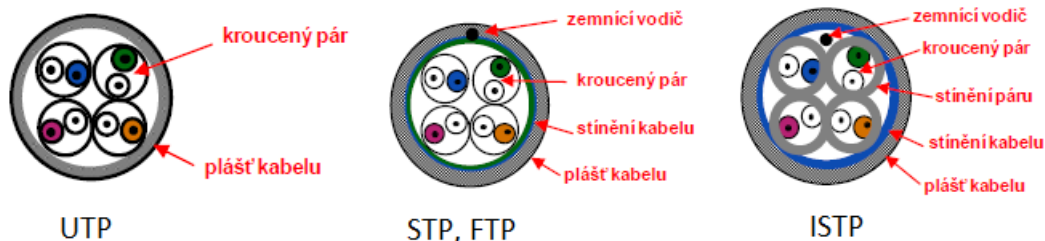
Označení STP z anglického názvu Shielded Twisted Pair. Tento kabel je stíněn opletením. U kabelu s tímto stíněním nelze dosáhnout dokonalého stínění.

- Folií stíněný kabel

Kabel je označen FTP dle anglického názvu Foil Shielded Twisted Pair. Tento kabel je stíněn folií a tím je dosaženo dokonalého stínění. U tohoto kabelu je důležité, aby stínicí folie byla vodivě uzavřená.

- Kabel stíněný folií i opletením

Označení kabelu dle anglického Individually Shielded Twisted Pair. U tohoto kabelu jsou stíněny jednotlivé páry v kabelu folií a celý kabel je většinou stíněn opletením.



Obr. 7 Typy kabelů Kroucených párů (zdroj POSPÍŠILOVÁ, R. *Návrh kabeláže v průmyslovém prostředí – administrativní budova*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. s. 27. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..)

### Rozdělení párových kabelů dle konstrukce páru

Kabely kroucených párů se mohou dělit podle toho, zda mají zafixovanou vzájemnou polohu vodičů v páru na kabely se svařenými nebo nesvařenými (volnými) páry.

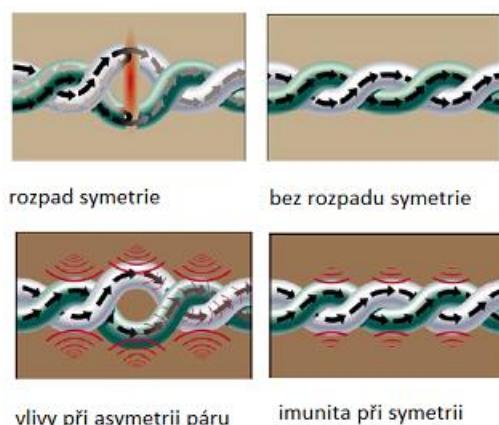
#### Nesvařený pár

Nesvařené páry jsou pouze zkroucené vodiče v páru. Tím není zaručena konstantní vzdálenost tedy ideální symetrie páru. Je ovlivněna podélná stabilita impedance páru

negativním směrem. V případě ohybu páru je symetrie narušena. Díky špatné symetrii se setkáváme s odrazy signálu, šumem a vyzařováním.

### Svařený pár

Svařené páry se vyznačují stabilní symetrií páru a tím jsou i zvýšeny přenosové parametry takto konstruovaných kabelů. Symetrie zůstává konstantní i při ohybu či jiném namáhání. Čím máme kvalitnější symetrii páru tím stabilnější je impedance, zvyšují se parametry přenosu.



Obr. 8 Symetrie párů (zdroj POSPÍŠILOVÁ, R. *Návrh kabeláže v průmyslovém prostředí – administrativní budova*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. s. 26-27. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..)

### 2.5.3 Optické kabely<sup>29</sup>

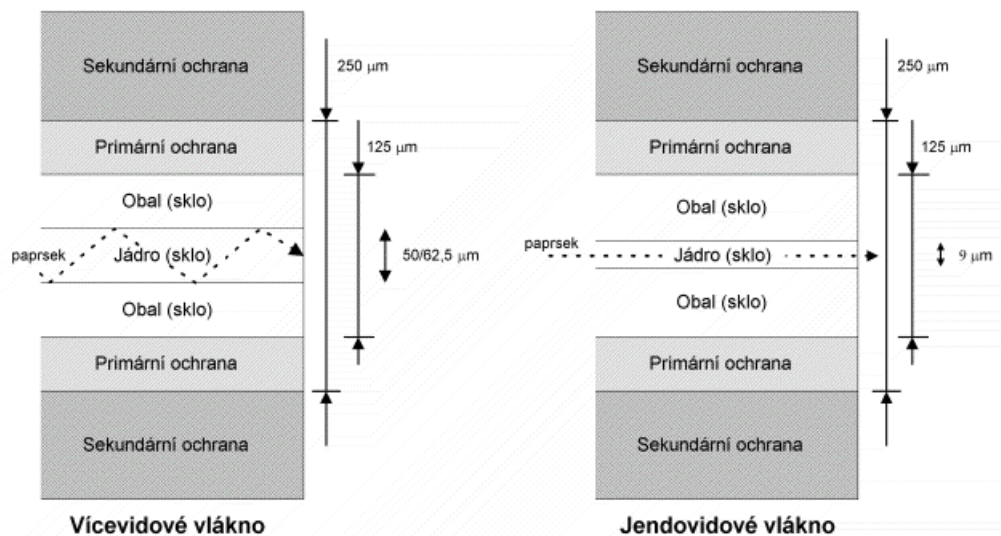
Pro vedení světla jako přenosového média se používají optické kabely. Ty se skládají z jednotlivých optických vláken – vlastní přenosové prostředí. Optické vlákno se skládá z jádra a odrazivé vrstvy. Odraz a ohýbání světelného paprsku na rozhraní mezi jádrem a odrazivou vrstvou je dosaženo různým indexem lomu materiálu jádra a odrazivé vrstvy. Jako materiál pro optická vlákna se používá buď sklo, nebo plast. Vlastní vlákno je ještě chráněno primární ochranou tvořenou lakem proti vlhkosti a

---

<sup>29</sup> PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, s. 25-27. ISBN 80-251-1278-0.

chemickým vlivům a mechanicky sekundární ochranou. Sekundární ochrana může být těsná, tvořená plastovou bužírkou, nebo volná tvořená gelem v ochranné trubičce.

Podle přenosového módu dělíme optická vlákna mnohovidová a jednovidová vlákna.



Obr. 9 Optická vlákna (zdroj MALLAT, J.. *Co je co v IT > Optické vlákno a kabely* [online]. [cit. 22.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://students.math.slu.cz/jakubchovanec/skola/PCsit/Ukoly/Opticke%20vlakno/view.php.htm>)

### Jednovidové vlákno (singlemode)

Generování světelného parsku zajišťuje laserová dioda, světlo je tedy koherentní o jedné vlnové délce. Malý průměr jádra a konstrukce emitoru světla zajistí, že do vlákna pronikne pouze jeden paprsek, odpadá tedy problém s vidovou a chromatickou disperzí. Jednovidové vlákna se tedy mohou používat na dlouhé vzdálenosti, i desítky kilometrů.

### Mnohovidové vlákno (multimode)

Mnohovidová vlákna používají pro generování světelného signálu diody. Světelný signál obsahuje složky různé vlnové délky. Mají jádro o průměru 50 nebo 62,5 μm. Do vlákna tedy proniká více paprsků, které se odrážejí od okraje jádra a svými odrazy se šíří dále. Díky charakteru světla a většímu průměru jádra je omezen i dosah paprsku.

## 2.6 Univerzální kabelážní systém<sup>30</sup>

Za kabelážní systém je možno považovat soubor závazných pravidel a doporučení vztahujících se k topologii, použitým materiálům, způsobům instalace (spojování, vedení, organizace, značení), metodice měření, certifikaci a podobně. Univerzální kabelážní systém je pojem specifikovaný normou ČSN 50173-1. Univerzálnost tohoto systému spočívá v tom, že kterýkoliv kanál pasivní vrstvy (kabeláže) je možno použít nezávisle na hardwaru, softwaru a přenosových protokolech pro přenos datových, hlasových, obrazových, analogových či digitálních signálů.

### 2.6.1 Normy

Doporučení pro návrh a realizaci univerzální kabeláže jsou obsaženy v řadě norem. Tyto normy definují podrobné předpisy, podle kterých se musí projektant i instalatér univerzální kabeláže řídit, pokud má být kabeláž označena jako univerzální. V těchto normách se uvádějí například požadavky na instalaci kabeláže, dodržení odstupů či poloměry ohybů kabeláže, způsob značení nebo měření kabeláže. Při návrhu univerzálního kabelážního systému je nutné znát tyto následující normy.

- ČSN EN 50173-1: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky. - Tato norma definuje všeobecné požadavky, které se vztahují k univerzálním kabelážním systémům. Specifikuje vlastnosti kanálu, požadavky na kabely, minimální požadavky na prvky, provedení páteřní kabeláže, spojovací technické prostředky, šňůry a propojky.
- ČSN EN 50173-2: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 2: Kancelářské prostory. - Jedná se o normu, která obsahuje požadavky na realizaci univerzálního kabelážního systému v podmínkách kancelářského prostředí.
- ČSN EN 50173-4: Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 4: Obytné prostory. - Norma je zaměřená na specifické požadavky pro

---

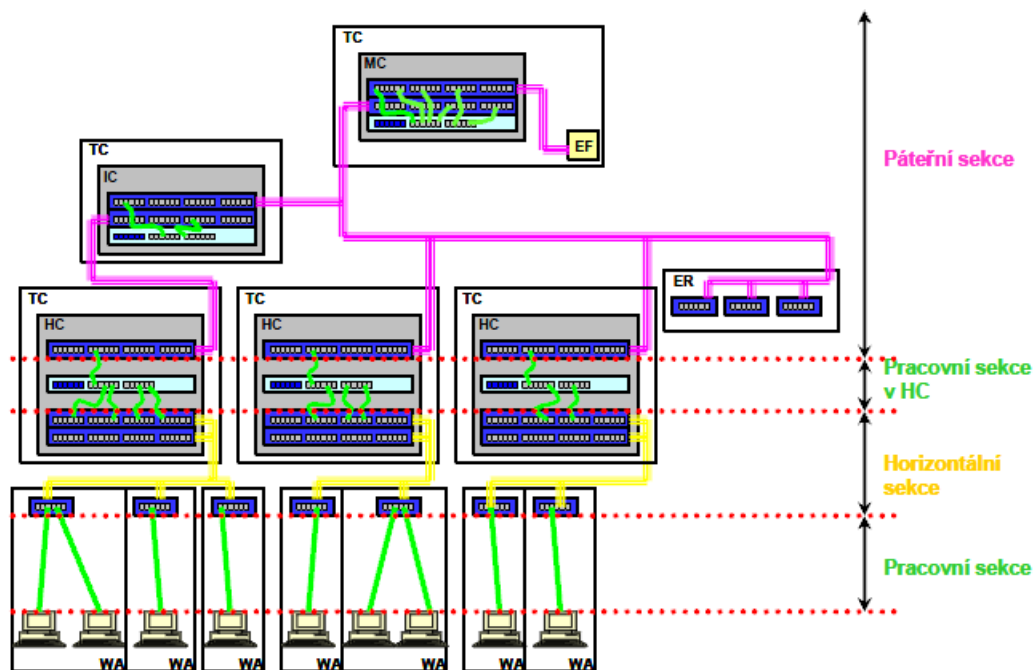
<sup>30</sup> Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 12-26. ISBN 978-80-214-4839-1.

obytné prostory. Definuje strukturu univerzální kabeláže, vlastnosti kanálů, uvádí požadavky na spojovací technické prostředky v obytných prostorech.

- ČSN EN 50174-1: Informační technika - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. - Norma je zaměřena na instalaci, údržbu a provoz kabelových rozvodů. Dále norma definuje kvalitu bezpečnosti, správu a vytvoření správné dokumentace (23).
- ČSN EN 50174-2: Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách. - Norma se týká projektové přípravy a instalace metalické a optické kabeláže uvnitř budov. Specifikuje požadavky pro vedení tras a dodržení odstupů metalické kabeláže od rozvodů napájení (12).
- ČSN EN 50310: Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízeními informační technologie. - Tato norma obsahuje pravidla pro návrh soustavy pospojování v systému informačních technologií a požadavky na elektrickou rozvodnou síť pro napájení. Řeší optimální uzemňování a pospojování zařízení IT v budovách ve vztahu k bezpečnosti, funkčním a elektromagnetickým parametrům (22).

### **2.6.2 Sekce kabelážního systému**

Univerzální kabelážní systém je koncipován jako hierarchická struktura, jejíž modularita je determinována rozdělením systému do tří sekcí- páteřní, horizontální a pracovní. Páteřní sekce propojuje datové rozvaděče, horizontální datové rozvaděče se zásuvkami a pracovní sekci tvoří propojovací kabely na pracovišti a v rozvaděči.



Obr. 10 Struktura kabeláže (zdroj ONDRÁK, V. Lekce 5- Kabelážní systémy. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.)

### Páteřní sekce

Dle EN 50173 pro data výhradně realizace optickým vedením, pro hlasové služby realizace z optických nebo metalických vláken. Definovaná topologie je hvězda s možností doplnění volitelných uzlů a kabelů, tzn. úplný a neúplný polynom. Fyzicky je tato sekce tvořena propojením mezi datovými rozvaděči. Při požadavku na vyšší bezpečnost a spolehlivost trasy tvoří redundantní trasy, které mohou být přímé nebo nepřímé. Při tvoření této redundantní trasy je nutné dbát na to, aby kabely vedly i fyzicky odlišnou trasou.



Obr. 11 Redundance páteřní trasy (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 22. ISBN 978-80-214-4839-1.)

V páteřních rozvodech se vyskytují tři druhy vedení:

- **Optická vedení** pro data a přenosy podporované IP protokolem
- **Metalická vedení** technologická (použití možné i jako záložní pro data)
- **Metalická vedení** pro telefonii (použití možné i jako havarijní pro data)

### **Horizontální sekce**

Tato sekce je dle EN 50173 realizována většinou z metalického vedení, lze ji však realizovat i z optického vedení. Tato sekce provádí rozvod, po horizontální rovině, od datového rozvaděče k jednotlivým uživatelským výstupům, které jsou většinou realizovány účastnickou zásuvkou. V datovém rozvaděči je obvykle zakončení realizováno zapojením do patch panelu. Topologie horizontální sekce je vždy hvězda, zásady strukturované kabeláže však dovolují zapojení i do topologie sběrnice nebo kruh.

#### **Horizontální sekce s metalickými párovými kabely**

Maximální délka linky horizontální sekce je 90m a musí být vždy použit vodič typu drát. Jedna strana musí být zakončena v datové zásuvce v konektoru Jack RJ45 a druhá strana v Jacku RJ45 v přepojovacím panelu, kde v obou konektorech Jack RJ45 musí být zakončeny všechny 4 páry kabelu. Jsou nepřipustné varianty rozpárování kabelu, tedy připojení více portů s menším počtem párů, a taktéž zakončení na jedné straně konektorem Jack RJ45 a na druhé straně Plugem, tedy protikusem Jacku.

Při použití stíněných kabelů je nutné zajistit vysoce kvalitní stínění kabelu i Jacku. Stínění se uzemňuje pouze v datovém rozvaděči, nikoliv v datové zásuvce.

Od rozvaděče vedeme k zásuvce tolik kabelů, kolik má datová zásuvka portů, při návrhu trasy je nutné dbát na dostatečnou kapacitu, včetně rezerv. Nesmíme zapomenout také, na délku horizontálního kanálu. Tudíž délka kanálu nesmí přesáhnout 100m. Délka horizontálního kanálu je součet délky linky (max. 90m) a délky připojovacích kabelů na straně rozvaděče i koncové zásuvky.

#### **Horizontální sekce s optickými kabely**

Pro realizaci linky a kanálu optickými kabely, tedy varianty „Fiber to Desk“ (v překladu optika na stůl), platí stejná pravidla jako u řešení s metalickými kabely. Požadavky udává norma ČSN EN 50 173.

## Pracovní sekce

Tato sekce, nemá vlastní topologii, nýbrž se řídí topologií připojené sekce, protože prodlužuje vedení linky. Pracovní sekci tvoří přepojovací kabely v datovém rozvaděči a připojovací kabely od portu zásuvky k počítači či jinému zařízení. Součet délek obou linek pracovní sekce na obou stranách kanálu nesmí přesáhnout 10m.

Metalické kabely by měly být z pružného kabelu s vodičem typu lanko. Kabely s vodičem typu drát není dovoleno používat. Standartní konektor Plug RJ45 je určen výhradně pro lanko a pro vodič typu drát není zaručena spolehlivost.

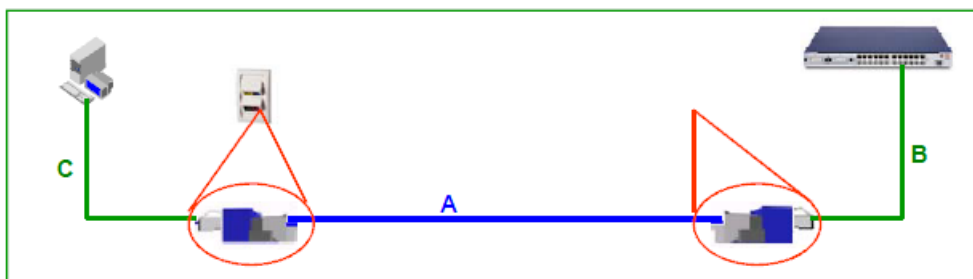
### 2.6.3 Základní pojmy kabelážního systému

#### Linka

Linku tvoří přenosová cesta mezi dvěma rozhraními kabeláže, tedy např. linka horizontální sekce je od konektoru v patch panelu ke konektoru v zásuvce.  $A = \max. 90m$ .

#### Kanál

Kanál je přenosová cesta mezi dvěma zařízeními, tedy například mezi switchem a počítačem. Kromě linky zahrnuje i propojovací kabely v rozvaděči a v pracovní oblasti.  $A + B + C = \max. 100m$ .



Obr. 12 Model přímého propojení (zdroj POSPÍŠILOVÁ, R. *Návrh kabeláže v průmyslovém prostředí – administrativní budova*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. s. 35. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..)

#### Kategorie (category)

Kategorie klasifikuje materiál linky a kanálu. Kritériem pro rozlišení je u metalických kabelů šířka pásma v MHz, u optických kabelů měrný útlum.



## Třída (class)

Třída klasifikuje kanál i linku jako celek včetně vlivů instalace. Kritéria klasifikace jsou stejná jako u kategorie.

Tab. 1 Přehled tříd kabeláže a tomu odpovídajících kategorií materiálů metalické kabeláže (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 13. ISBN 978-80-214-4839-1.)

Třída	Kategorie	Frekvenční rozsah	Obvyklé použití
A	1	do 100 KHz	analogový telefon
B	2	do 1MHz	ISDN
C	3	do 16MHz	Ethernet 10Mbit/s
-	4	do 20MHz	Token Ring 16Mbit/s
D	5	do 100MHz	FE, ATM155, GE
E	6	do 250MHz	ATM1200
E <sub>A</sub>	6A	do 500MHz	10GE
F	7	do 600MHz	10GE
F <sub>A</sub>	7A	do 1000MHz	10GE a ?

### 2.6.4 Prvky kabelážního systému

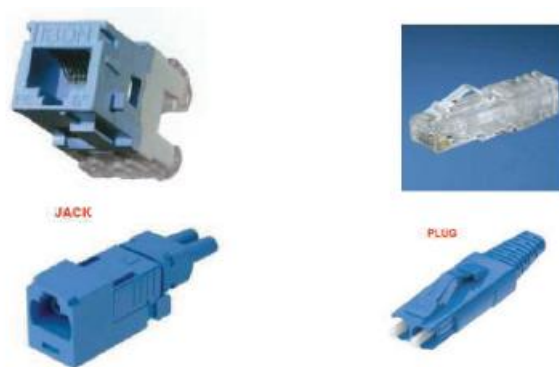
Prvky ze kterých je tvořena pasivní vrstva sítě (kabeláž) obsahují kromě vlastních kabelů i další prvky rozdělené do 4 skupin: prvky konektivity, prvky organizace, prvky vedení a prvky identifikace.

#### Prvky konektivity<sup>31</sup>

Tyto prvky slouží k zakončení linek a k jejich spojování – tedy k vytváření přenosových kanálů. Jsou zásadně dva typy: plug (zásuvka, female) a jack (zástrčka, male), jenž tvoří spojovací protikusy. Obecně platí, že plug je použit na zakončení linky páteřní a horizontální sekce, jack na zakončení linky sekce pracovní.

---

<sup>31</sup> Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 60-76. ISBN 978-80-214-4839-1.



Obr. 13 Jack a Plug (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 60. ISBN 978-80-214-4839-1.)

### Patch panel

Patch panel (přepojovací panel) se používá na zakončení linky horizontální a páteřní sekce v rozvaděči. Vyrábí se pro různé rozměry rozvaděčů a s různým počtem a hustotou portů. Patch panel může být buď integrovaný, kde se kabely zařezávají pomocí speciálního nástroje, nebo modulární tvořený jen držákem, do kterého se zasouvají komunikační moduly



Obr. 14 Patch panel (zdroj *PatchPanels: Ethernet Cat5, Cat6 PatchPanels, Coaxial, D-Sub, VoiceTelephone* [online]. [cit. 20.5.2014]. Dostupný na WWW: [http://www.computercablestore.com/c\\_cat5e\\_cat6\\_patch\\_panels.aspx](http://www.computercablestore.com/c_cat5e_cat6_patch_panels.aspx))

### Zásuvka

Zásuvka se používá na zakončení linky horizontální v pracovní oblasti. Vyrábí se v různých designech pro různou montáž s různým počtem portů. Zásuvka může být také buď integrovaný, kde se kabely zařezávají pomocí speciálního nástroje, nebo modulární tvořená jen adapterem, do kterého se zasouvají komunikační moduly

### Plug

Plug, česky zástrčka se většinou používá pro zakončení linky pracovního

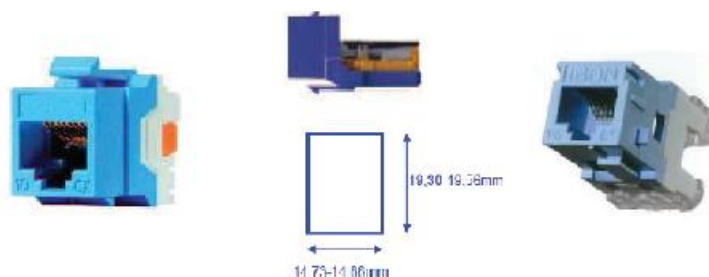
sekcí. Plug, který používáme pro kabely kroucených párů je normalizován pod názvem RJ45 Plug. Má dvojí provedení dle vodiče a to pro vodič typu drát a lanko. Rozdíl mezi nimi je v zářezovém kontaktu, typ pro lanko má dvě špičky a typ pro drát má tři.



Obr. 15 Plug RJ45 (zdroj *Plug RJ45 Idea Digital* [online]. [cit. 20.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://idelectronica.com.mx/tienda/cable/plug-rj45/>)

### **Komunikační modul**

Komunikační modul je typu jack, a používá se většinou pro modulární zakončení v zařízení patch panelu, zásuvce. Jack používaný pro kabely kroucených párů má formát RJ45. Uchycení modulů do adaptérů patch panelu nebo zásuvky může být různé konstrukce, nejčastěji se používá uchycení KEYSTONE. Existují však i jiné proprietární systémy od různých výrobců a označované obecně jako NON-KEYSTONE (např. PanduitMiniJACK)



Obr. 16 Jack RJ45 KEYSTONE a NON-KEYSTONE (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. *Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy*. Brno: CERM, 2013. s. 61. ISBN 978-80-214-4839-1.)

### **Prvky organizace kabeláže**

Kabeláž je třeba pro její přehlednost organizovat. Hlavním představitelem je

rozvaděč se svým příslušenstvím.

### **Datový rozvaděč<sup>32</sup>**

Datový rozvaděč slouží k uchycení patch panelů, aktivních prvků, případně jiných zařízení (servery, disková pole, a podobně). Základem rozvaděče je dvojice svislých profilů opatřených montážními otvory s vodorovnou vzdáleností mezi otvory 19“ (existují ale i užší rozvaděče, např. 10“). Vertikálně jsou tyto nosníky děleny na jednotky zástavby označované jako unity (označení U 1U=44,5mm). Dodávají se rozvaděče v různých výškách od 6U do 42U. Rozvaděče mohou být různé konstrukce podle potřeb a požadavků. Podle umístění mohou být stojanové nebo závěsné, podle konstrukce uzavřené skříně nebo otevřené rámy. Důležitou součástí rozvaděčů jsou horizontální, či vertikální organizéry kabeláže sloužící pro vedení kabelů pracovní sekce v rozvaděči. Dalším příslušenstvím rozvaděče mohou být ventilační jednotky, klimatizační jednotky, osvětlovací jednotky, poličky, napájecí lišty, a podobně.

### **Další prvky organizace**

Mezi prvky organizace můžeme zařadit i různé stahovací pásy, spirálové organizéry, držáky kabelů na pracovních stolech

### **Prvky vedení kabeláže**

Tyto prvky slouží k vedení a ochraně kabelů a kabelových svazků a tím vytvářejí kabelové trasy. Patří mezi ně různé lišty, žlaby, chránící trubky pro vedení v zemi či ve zdi, závěsné trubky, drátěné rošty pro vedení v podhledech, závěsné háčky a podobně.

### **Prvky identifikace kabeláže<sup>33</sup>**

Značení kabelů a ostatních prvků sítě je dáno normou EIA/TIA 606. Tato norma

---

<sup>32</sup> Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 184-186. ISBN 978-80-214-4839-1.

<sup>33</sup> Tamtéž s. 271-272.

udává, že označeno musí být:

- Kabely minimálně na koncích
- Kabelové svazky na koncích, v místě křížení a větvení
- Rozvaděče
- Patch panely
- Datové zásuvky
- Aktivní prvky
- Jednotlivé porty

Pro realizaci značení se používají různé identifikační štítky, samolepky, návleky a popisovače kabelů.

## **2.7 Aktivní prvky počítačové sítě<sup>34</sup>**

Aktivní prvky sítě se používají pro větvení sítě a zesílení signálu a řízení toku komunikace. Podle vrstev ISO/OSI na kterých pracují rozdělujeme aktivní prvky na repeater, hub, switch a router.

### **2.7.1 Repeater**

Repeater pracuje na úrovni fyzické vrstvy ISO/OSI. Název opakovač, jak zní překlad z angličtiny, už sám o sobě napovídá funkci tohoto aktivního prvku. Tudiž opakovač opakuje signál uživatelům, kteří jsou za hranicí použitelnosti kabelu. Vložením opakovače mezi dvě takové zařízení se prodlouží možnost délky kabelu. Opakovač se stará o to, aby signál, který obdrží, zesílil a správně načasoval. Má pouze dva konektory, těmi jsou vstup a výstup.

### **2.7.2 Hub**

Rozbočovač (hub) pracuje také na úrovni fyzické vrstvy ISO/OSI. Má stejnou funkci jako opakovač. Rozbočovač je vlastně víceportový opakovač, signál, který hub

---

<sup>34</sup> DONAHUE, Gary A. *Kompletní průvodce síťového experta*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2009, s. 25-33. ISBN 978-80-251-2247-1.

obdrží na libovolném portu, zopakuje na všechny ostatní porty. Rozbočovač má sice fyzickou topologii hvězdicovou, ale logická topologie je sběrnice, rozšiřuje tedy kolizní doménu na všechny své porty.

### 2.7.3 Switch

Switch (přepínač) pracuje na linkové vrstvě ISO/OSI. Liší se tedy od rozbočovačů tím, že dokáže pracovat s MAC adresami připojených koncových uzlů a přepíná komunikaci jen do toho segmentu, kde se příslušné zařízení nachází. Přepínače obvykle pracují v režimu učení, vytváří si tedy tabulku MAC adres dynamicky s údajů v hlavičkách přenášených rámců. Pouze pokud ještě nezná cílovou MAC adresu, rozesílá rámec do všech připojených segmentů. Přepínač tedy odděluje kolizní domény a rozšiřuje domény broadcastové.

### 2.7.4 Router<sup>35</sup>

Router pracuje na síťové vrstvě ISO/OSI. Router v překladu znamená směrovač. Tudíž název napovídá funkci zařízení. Směrovač se používá pro směrování IP paketů mimo místní síť. Směrovače mezi sebou komunikují pomocí směrovacích protokolů a tím mohou zjišťovat informace o ostatních sítích a ne jen síti, ve které jsou připojeny. Pro směrování jsou informace uloženy ve směrovací tabulce a směrovač vyhodnocuje cestu dle nejlepší metriky. Při přijetí paketu se ověří, zda je paket potřeba předat do jiné sítě. Pokud má předat paket do jiné sítě, zkontroluje tabulku, zda je cesta v tabulce obsažena. Pokud je nalezena shoda, paket se upraví a pošle tam, kam patří. Pokud není nalezena cesta, pak se paket odešle na výchozí bránu. Pokud výchozí brána neexistuje, paket se zahodí. Pro směrování se využívá IP adres.

---

<sup>35</sup> DONAHUE, Gary A. *Kompletní průvodce síťového experta*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2009, s. 105-115. ISBN 978-80-251-2247-1.

## 2.8 Průmyslové prostředí<sup>36</sup>

Se zaváděním centralizace řízení automatizovaných výrobních procesů se stále více objevují požadavky na zavádění sítí do průmyslového prostředí. Průmyslové prostředí je ale zcela odlišné od běžného kancelářského, domácího či laboratorního prostředí. Podmínky průmyslového prostředí – prašnost, vlhkost, teplota, nebezpečí mechanického poškození si vynucují zcela rozdílné materiály, postupy a komunikační protokoly pro tyto sítě.

### 2.8.1 Základní požadavky na odolnost

#### Klasifikace stupňů ochrany dle ČSN EN 60 529

Tab. 2 Klasifikace stupňů ochrany (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 63. ISBN 978-80-214-4839-1.)

<b>Stupeň ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím pevných cizích těles</b>	
<b>1. číslice kódu</b>	<b>Význam</b>
0x	Žádná ochrana
1x	Ochrana proti tělesům o průměru 50mm a větším
2x	Ochrana proti tělesům o průměru 12,5mm a větším
3x	Ochrana proti tělesům o průměru 2,5mm a větším
4x	Ochrana proti tělesům o průměru 1mm a větším
5x	Ochrana shodná s 4x, ochrana před prachem
6x	Ochrana shodná s 4x, prachotěsné
<b>Stupeň ochrany proti vniknutí vody</b>	
<b>2. číslice kódu</b>	<b>Význam</b>
x0	Žádná ochrana
x1	Ochrana proti svisle padajícím vodním kapkám
x2	Ochrana shodná s x1, sklon krytu pod úhlem max. 15° (od svislé osy)
x3	Ochrana proti kroupení vodou (deštěm) pod úhlem max. 60° (od svislé osy)
x4	Ochrana proti stříkající vodě z jakéhokoliv libovolného směru
x5	Ochrana proti tryskající vodě z jakéhokoliv libovolného směru
x6	Ochrana proti intenzivně tryskající vodě z jakéhokoliv libovolného směru
x7	Ochrana proti účinkům dočasného ponoření do vody
x8	Ochrana proti účinkům trvalého ponoření do vody

<sup>36</sup> Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 240-243. ISBN 978-80-214-4839-1.

## Požadavky na vnější vlivy

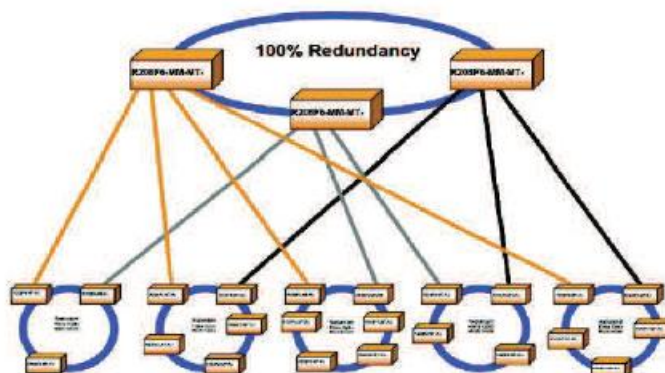
Mezi požadavky na vnější vlivy patří **rozsah teplot**, v rámci kterých mohou industriální zařízení pracovat. Provedení je buď v rozmezí 0°C až 60°C nebo -40°C až 70°C.

V dalším případě požadujeme **odolnost vůči chemickým vlivům**, tím myslíme hlavně odolnost proti vodě, oleji, benzínu, odmašťovadel a různých chemikálií. Tato odolnost se vztahuje jak na pláště kabelů, tak na kontakty konektorů i aktivní prvky. Aktivní prvky se chrání speciálním lakem.

Je vyžadována také **odolnost vůči povětrnostním a ostatním vlivům prostředí**. Těmito vlivy je myšleno UV záření, voda (kyselý déšť), vlhkost, prašnost, záření, vibrace a rázy.

## Požadavky na průmyslový systém

Mezi nejdůležitější požadavky patří spolehlivost, bezpečnost a funkčnost systému. **Spolehlivost** zajišťujeme speciálními prvky, které jsou určeny pro industriální Ethernet. Taktéž spolehlivost zajišťujeme redundancí a to nejenom v páteřní sekci, ale i v horizontální sekci. Téměř vždy se tedy vytvoří topologie kruhu.

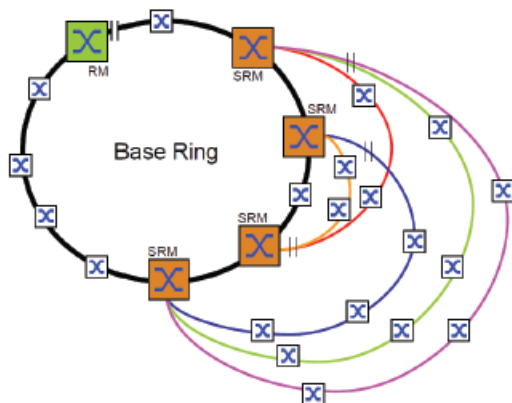


Obr. 17 Topologie kruhu s využitím redundance (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy. Brno: CERM, 2013. s. 242. ISBN 978-80-214-4839-1.)

Při využití topologie Ring využíváme pro zapojení koncových zařízení tzv. **Sub-Ring**. Sub-Ring začíná na základním kruhu (Base Ring), kde je začátek zapojen do switche a zakončení je na jiném switchi na Base Ringu. Využít můžeme i více Sub-



Ringů, limitování jsme tím, zda to zařízení umí realizovat.



Obr. 18 Base ring a Sub-Ring (zdroj Jordán, V. a V. Ondrák. *Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy*. Brno: CERM, 2013. s. 243. ISBN 978-80-214-4839-1.)

## 2.9 Programovatelný automat PLC<sup>37</sup>

Programovatelný automat PLC (ProgrammableLogicController) je obecně zařízení, které řídí jiné procesy. Děje se tak na základě programů uložených v jeho paměti.

### 2.9.1 Programovatelný automat PLC Siemens Simatic S7-300

Simatic S7-300 je modulární systém PLC určený pro průmyslové montáže do rozvaděčů na DIN lištu. Nabídka modulů pokrývá celé spektrum potřeb pro zpracování signálů a komunikace. Propojení jednotlivých modulů je realizováno systémovou sběrnicí, jejíž konektory jsou součástí modulů, a která se připojuje zasunutím modulů k sobě. Funkce jednotlivých modulů jsou dostupné pomocí vnitřní adresace. Maximálně může konfigurace obsahovat 32 modulů.

Jsou dostupné následující moduly:

- Procesorové jednotky (CPU) – řídicí jednotka celého systému, na základě programu ovládá ostatní moduly systému a tím řídí připojené řízené

<sup>37</sup> SIEMENS AG. *Efektivní a progresivní automatizace*. Praha, 2005. Dostupné z: [http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/prumyslove\\_automatizacni\\_systemy\\_simatic/simatic\\_plc/simatic\\_s7\\_300/prospekty/overview\\_simatic\\_s7\\_300\\_2005\\_cz.pdf](http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/prumyslove_automatizacni_systemy_simatic/simatic_plc/simatic_s7_300/prospekty/overview_simatic_s7_300_2005_cz.pdf)

technologie. Dále zprostředkovává komunikaci se systémem, v základním provedení přes rozhraní MPI (Multipoint Interface), případně Profibus(IEC 61158/EN 50170). Dodávají se v několika variantách, např. s rozšířenou možností komunikace, se zvýšenou bezpečností

- Moduly Komunikačních procesorů (CP) rozšiřují komunikační možnosti systému o další protokoly – Průmyslový Ethernet(IEEE 802-3a 802.3u), Profinet(IEC 61158 / EN 50170)a podobně, čímž umožňují efektivní připojení systému do počítačové sítě
- Moduly digitálních a analogových vstupů a výstupů – pro vyhodnocování a vysílání všech typů signálů včetně zpracování, přerušování a diagnostiky
- Funkční moduly – pro čítání/měření, všechny druhy polohovacích funkcí, PID a vačkové regulace
- Napájecí zdroje - pro napájecí provozní napětí 24V DC.
- Propojovací moduly – pro rozšíření konfigurace do víceřádkových uspořádání



Obr. 19 Simatic S7-300 CPU317-2DP a CU317T-2DP (zdroj SIEMENS AG. *Efektivní a progresivní automatizace*. Praha, 2005. Dostupné z: [http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/prumyslove\\_a\\_automatizacni\\_systemy\\_simatic/simatic\\_plc/simatic\\_s7\\_300/\\_prospekty/overview\\_simatic\\_s7\\_300\\_2005\\_cz.pdf](http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/prumyslove_a_automatizacni_systemy_simatic/simatic_plc/simatic_s7_300/_prospekty/overview_simatic_s7_300_2005_cz.pdf))

### 2.9.2 Řízení a programování PLC Siemens Simatic S7-300

Vlastní ovládání, konfigurace, diagnostika testování, údržba a programování PCL Simatic S7-300 se provádí programovým vybavením Step 7 a to ve verzi plně pro

rozsáhlé systémy, nebo ve verzi Lite cenově výhodné pro běžné nasazení.

Dále jsou k programování dodávány rozšiřující inženýrské nástroje např. pro použití vyššího programovacího jazyka SCL, pro grafickou konfiguraci, stavové diagramy, zálohování dat a podobně.

## 2.10 Profinet

Profinet slouží ke komunikaci na všech úrovních automatizace používané v podniku. Je to komunikační standart pro všechny úrovně průmyslové automatizace, jenž umožňuje propojení do průmyslových sítí. S použitím profinetu se používá pouze jedna komunikační sběrnice, což výrazně ulehčuje instalaci a údržbu.

Díky profinetu je možno dosáhnout plné integrace s IT, distribuované automatizace, využití bezdrátových sítí a zajištění odezvy v reálném čase.<sup>38</sup>

### 2.10.1 Siemens CP 343-1 Lean

Modul Siemens CP 343-1 Lean je kompatibilní zařízení pro řadu Simatic S7-300. Umožňuje tedy propojení programovatelného automatu PLC Siemens Simatic S7-300 s Ethernetem. Díky obsažení integrovaného čipu jsou pro připojení k průmyslovému ethernetu připraveny dva porty s konektory typu RJ45 v průmyslovém provedení. Při tomto provedení lze modul zapojit do sítě o rychlosti 100Mbit/s.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> KOZIOREK, Jiří a Libor CHROMČÁK. *Logické systémy řízení a programovatelné automaty*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2007, s. 325. ISBN 978-80-248-1490-2.

<sup>39</sup> SIEMENS. *Snadné připojení řídicích automatů Simatic S7-300 do sítě Ethernet*. Praha, 2006. Dostupné z:  
[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CEQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.siemens.cz%2Fpublic%2Fae%2Fa2%2F8a%2F39009\\_20127\\_\\_38013\\_061213\\_TZ\\_CP\\_343\\_1\\_Lean\\_CZ.doc&ei=WFyMU7TgC5Og7AaO9YGgCw&usg=AFQjCNHlf\\_GQ5SoYt6SHd61PXBSrV4yKgw&sig2=yoqLyZxL2Pe3aVSjBbH6Aw](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CEQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.siemens.cz%2Fpublic%2Fae%2Fa2%2F8a%2F39009_20127__38013_061213_TZ_CP_343_1_Lean_CZ.doc&ei=WFyMU7TgC5Og7AaO9YGgCw&usg=AFQjCNHlf_GQ5SoYt6SHd61PXBSrV4yKgw&sig2=yoqLyZxL2Pe3aVSjBbH6Aw)

### 3 Návrh řešení

V této části bakalářské na základě provedené analýzy s využitím poznatků z teoretických východisek řešení navrhnu jednak rozšíření řídicích systémů výrobních technologií a na základě toho navrhnu počítačovou síť pro jejich připojení.

#### 3.1 Návrh připojených zařízení

Podle analýzy a požadavků zadavatele je potřeba do prostoru výrobních hal H3 a H4 připojit k počítačové síti řídicí systémy výrobních technologií a dohledové kamery.

##### 3.1.1 Rozšíření konfigurace PLC Siemens Simatic S7-300

Z důvodu možnosti komunikace PLC Siemens Simatic S7-300 je potřeba tento systém u všech výrobních technologií rozšířit o komunikační procesor se schopností komunikovat pomocí přenosových technologií Průmyslový Ethernetu nebo Profinet.

Navrhuji doplnit PCL o komunikační procesory Simatic S7-300 CP3431-1 Lean, který požadovanou komunikační technologii podporuje.



Obr. 20 CP343-1 Lean (zdroj SIEMENS AG. *Product Detail - IndustryMall* [online]. [cit. 2.6.2014].

Dostupný na WWW:  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6GK7343-1CX10-0XE0>

### 3.1.2 Dohledové kamery

Podmínkou pro výběr dohledových kamer byla možnost použití v průmyslovém prostředí s krytím IP66 a napájení kamery po ethernetu (PoE) s IP komunikací. Dalším požadavkem je dostatečný prostor v krytu kamery pro přívod a zapojení síťového kabelu. Pro potřeby dohledu postačuje fixní kamera bez možnosti vzdáleného natáčení.

Kamery budou sloužit zatím jako dohledové bez možnosti záznamu, zadavatel ale požaduje do budoucna možnost napojit kamery na záznamové zařízení.

Zadané podmínky splňuje kamera AXIS P1353E pro venkovní užití vzhledem k nadměrné prašnosti.

Na základě požadavků zadavatele a konzultací s mistrem jsem navrhl umístění a nasměrování dohledových kamer. Všechny kamery budou umístěny na stěnách ve výšce 6m z důvodu zastavení haly paletami a bednami s materiálem. Přesné umístění a nasměrování kamer je zobrazeno v příloze č.3 Vedení tras sítě:

- Kamera K1 (přípojně místo 3) – hala H4 východní zeď, 20,5 m od severní zdi, nasměrovaná na jižní část LPÚ2
- Kamera K2 (přípojně místo 5) – hala H4 východní zeď, 26 m od severní zdi, nasměrovaná přes hlubinnou pec na severní část LPÚ2
- Kamera K3 (přípojně místo 7) – hala H4 severní zeď, 2 m od západní zdi, nasměrovaná na zvonovou a hlubinnou pec
- Kamera K4 (přípojně místo 9) – hala H4 západní zeď, 50 m od severní zdi, nasměrovaná na poklopovou pec
- Kamera K5 (přípojně místo 13) – hala H3 východní zeď, 33,5 m od severní zdi, nasměrovaná na střed LPÚ1
- Kamera K6 (přípojně místo 14) – hala H3 v rohu severní a západní zdi, nasměrovaná na severní část LPÚ3
- Kamera K7 (přípojně místo 16) – hala H3 západní zeď, 50 m od severní zdi, nasměrovaná na jižní část LPÚ3 a LPÚ1



Obr. 21 Axis P1353-E (zdroj NETCAM.CZ. *IP kamera AXIS P1353-E* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.netcam.cz/produkty/ip-kamery/axis-p1353-e-venkovni-sitova-fixni-ip-kamera.php>)

### **3.2 Návrh přípojných míst**

Pro připojení výrobních technologií, dohledových kamer a obslužných počítačů navrhuji vytvoření 18 přípojných míst. Čtyři přípojná místa budou v kanceláři mistra na jižní zdi ve výšce 30 cm od země realizována po dvou ve dvouportových zásuvkách.

Sedm přípojných míst bude určeno k připojení dohledových kamer. Tato přípojná místa budou realizována přímým zavedením kabelu přes průchodku do ochranného krytu kamery, okonektorovány konektorem plug RJ-45 a zapojeny do kamery.

Sedm přípojných míst bude určeno k připojení výrobních technologií. Tato přípojná místa budou realizována přímým zavedením kabelu přes průchodku do rozvodné skříně výrobního zařízení, okonektorovány konektorem plug RJ-45 a zapojeny do komunikačního procesoru systému PLC Siemens Simatic S7-300.

### **3.3 Návrh topologie a technologie sítě**

V tomto případě se bude jednat o jednu horizontální sekci kabeláže, fyzická topologie tedy bude hvězdicová se středem v rozvaděči. Rozvaděč navrhuji umístit do kanceláře mistra. V tomto rozvaděči bude také zakončeno připojení do provozní počítačové sítě společnosti.

Na základě výběru komponent pro rozšíření PCL Simatic S7-300 bude jako přenosová technologie pro tato připojení použit buď Průmyslový Ethernet (IEEE 802-3 a 802.3u) na rychlosti 100Mb/s, nebo Profinet(IEC 61158 / EN 50170) podle priorit servisní organizace.

Pro vybrané dohledové kamery bude použit Fast Ethernet s možností PoE (napájení po síťovém kabelu).

Pro připojení počítačů v kanceláři mistra navrhuji použít technologii 1000BaseT.

Pro všechny tyto technologie je postačující třída kabeláže D. Parametrů této třídy je možno dosáhnout s komponentami kabeláže třídy 5.

### 3.4 Výběr komponent

V této kapitole navrhnu komponenty pro počítačovou síť. Bude se jednat o kabely tras, propojovací kabely, konektory a komunikační moduly, patch panely, rozvaděč a doplňky rozvaděče.

#### 3.4.1 Kabely

Z důvodu použitých přenosových technologií a vedení kabelů v průmyslovém prostředí navrhuji použít stíněný kabel Belden70007E–Profinet. Jedná se o dvoupárový kabel s vodičem typu lanko, určený pro průmyslové prostředí, kde je požadováno krytí IP67 se zvýšenou odolností proti mechanickému poškození a vlivům průmyslového prostředí. Při tak malém počtu kabelů a v prostředí, kde bude veden, není třeba bezhalogenové provedení pláště, ochranný plášť kabelu je tedy z PVC. Parametry kabelu jsou podrobně uvedeny v příloze č.4.

Pro vedení k zásuvkám v kanceláři mistra navrhuji použít kabel BeldenDataTwist 350-1700E kategorie 5 v PVC plášti, nestíněný se svařenými páry. Parametry kabelu jsou podrobně uvedeny v příloze č.5.



Obr. 22 Belden 70007E-Profinet (zdroj FARNELL. 70007E - CABLE, CAT 5E, PROFINET, PVC [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://uk.farnell.com/belden/70007e/cable-cat->

### 3.4.2 Propojovací kabely do rozvaděče

Rozvaděč bude umístěn v běžném kancelářském prostředí, jako propojovací kabely navrhuji použít hotové stíněné propojovací kabely výrobce Kassex K-FTP-C5-0,5, ve žluté barvě pro připojení výrobních technologií a v bílé barvě pro připojení kamer.



Obr. 23 Propojovací kabel (zdroj KASSEX. *PatchCord FTP cat.5 1m* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://eos.kassex.cz/patch-cord-ftp-cat-5-1m-353.html>)

### 3.4.3 Konektory

Pro zakončení linek navrženého kabelu v halách navrhuji výrobcem kabelu doporučený modulární průmyslový konektor IE/ProfiNetplugHarting 09451511560 splňující podmínky průmyslového prostředí. Tento konektor je konstruován se samozářezovým víčkem.



Obr. 24 Konektor pro Profinet (zdroj HARTING. *RJI 10G RJ45 plug Cat6, 8p IDC straight* [online]. [cit.



2.6.2014]. Dostupný na WWW:  
[https://b2b.harting.com/ebusiness/app/displayApp/%28layout=7.0-12\\_132\\_124\\_140\\_130&care=0000350511&cit=00003505110000360213%29/.do?rf=y](https://b2b.harting.com/ebusiness/app/displayApp/%28layout=7.0-12_132_124_140_130&care=0000350511&cit=00003505110000360213%29/.do?rf=y))

### 3.4.4 Komunikační moduly

Jako komunikační moduly pro zakončení linek vedoucích do hal v rozvaděči navrhuji pro navržený kabel stíněné moduly z řady MINI-JACK Panduit CJS5E88TG.

Pro zakončení linek vedoucích do kanceláře mistra na straně rozvaděče i zásuvky navrhuji komunikační moduly z řady MINI-JACK Panduit CJ588WH v bílé barvě.



Obr. 25 MINI-JACK Panduit CJS5E88TG (zdroj ANIXTER. *PANDUIT | CJS5E88TGY | Mini-Com Module*, [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: [https://www.anixter.com/en\\_uk/product-detail.CJS5E88TGY-PANDUIT.311353.html](https://www.anixter.com/en_uk/product-detail.CJS5E88TGY-PANDUIT.311353.html))



Obr. 26 MINI-JACK Panduit CJ588WH THE FIND. *minicom mini jack* [online]. [cit. 2.6.2014].  
Dostupný na WWW: <http://www.thefind.com/computers/browse-minicom-mini-jack>)

### 3.4.5 Patch panely

Jako patch panel pro uchycení komunikačních modulů navrhuji patch panel se zástavnou výškou 1U pro 24 modulů MINI-COM PanduitCP24WSBL s podpůrnou lištou pro uchycení kabelů.



Obr. 27 Patch panel (zdroj NEWARK. *PANDUIT CP24WSBL PATCH PANEL, MODULAR, 24PORT, 1U*[online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW:  
<http://www.newark.com/panduit/cp24wsbl/patch-panel-modular-24port-1u/dp/16C2953>)

### 3.4.6 Zásuvky

Jako zásuvky do kanceláře mistra navrhuji zásuvky ABB řady Tango pro moduly MINI-COM, v bílé barvě.



Obr. 28 Zásuvka ABB Tango (zdroj CEIT. *Tango ABB 5014A-A00410B až pro tři moduly MiniCom* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.eshop.ceit.cz/tango-abb-5014a-a00410b-az-pro-tri-moduly-minicom/>)

### 3.4.7 Záslepny modul

Pro zaslepení nevyužitého portu v zásuvce navrhuji použít záslepny modul Panduit MINI-COM CMBWH



Obr. 29 Záslepny modul (zdroj AMAZON. *Panduit Mini-ComBlank Module, 10 Pack, White CMBWH-X* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.amazon.com/Panduit-Mini-Com-Blank-Module-CMBWH-X/dp/B001JKKAVO>)

### 3.4.8 Datový rozvaděč

Jako datový rozvaděč navrhuji závěsný 19“ skříňový rozvaděč OKUS MINI typ KR120 64-12 PZ se zástavnou výškou 12U o rozměrech (VxHxŠ) 634x400x600 mm s plechovými dvířky a zámekem.



Obr. 30 Datový rozvaděč (zdroj *KM Rack* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.kmrack.cz/foto.asp?id=64&typ=foto>)

### 3.4.9 Horizontální organizér

Protože počet kabelů v rozvaděči je poměrně malý doporučuji pro organizaci kabeláže v rozvaděči použít horizontální D-ring jednostranný organizér zástavné výšky 1U OKUS KR200 00-01.



Obr. 31 Organizér (zdroj *KASSEX. Datové rozvaděče - příslušenství* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.kassex.cz/produkty/datove-rozvadece/datove-rozvadece-prislusenstvi>)

### 3.4.10 Napájecí panel

Pro napájení aktivních prvků navrhuji do rozvaděče umístit

pětizásuvkový napájecí panel s přepětovou ochranou zástavné výšky 2U OKUS KR900 20-63.



Obr. 32 Napájecí panel (zdroj KASSEX. *Datové rozvaděče - příslušenství* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.kassex.cz/produkty/datove-rozvadece/datove-rozvadece-prislusenstvi>)

### 3.4.11 DIN lišta do rozvaděče

Protože průmyslové aktivní prvky mají uchycení na DIN lišty, je nutné vybavit rozvaděč DIN lištou do 19“ rozvaděče. Zvolil jsem lištu výrobce CCTV RDP-1.



Obr. 33 DIN lišta (zdroj ESCAD TRADE. *RAD-1U DIN lišta s úchyty do 19" Racku* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.escadtrade.cz/rpd-1-din-lista-s-uchyty-do-19-racku.html>)

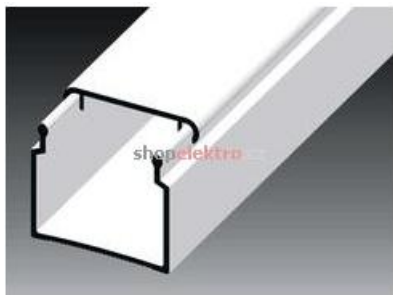
## 3.5 Návrh materiálu kabelových tras

Pro vedení kabelových tras je třeba zvolit úložný prostor, ve kterém kabely budou na své trase uloženy. Pro své trasy jsem zvolil lišty pro vedení kabelů horizontálně. Pro

delší vertikální vedení kabelů bylo nutné kabely umístit do trubek.

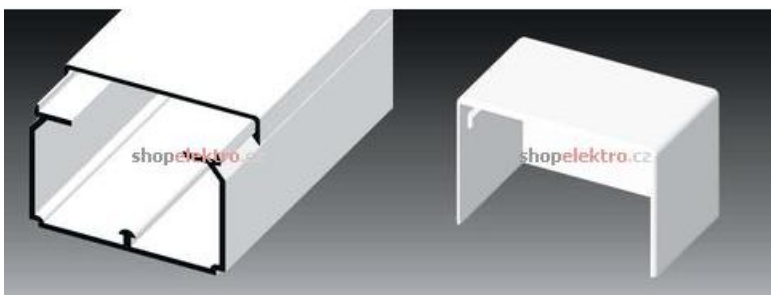
### 3.5.1 Volba lišty

Lišty jsem zvolil dvojího rozměru. Pro kancelář jsem zvolil lištu Kopus LV 24X22 HA lišta vkládací, jenž plně dostačuje potřebám vedení trasy v kanceláři. Rozměry této lišty jsou na šířku 24mm a na výšku 22mm.



Obr. 34 Lišta Kopus LV 24x22 HA (zdroj SHOPELECTRO.CZ. *Kopus LV 24X22 HA lišta vkládací* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/listy-a-kanaly/listy-vkladaci/kopus-lv-24x22-ha-lista-vkladaci>)

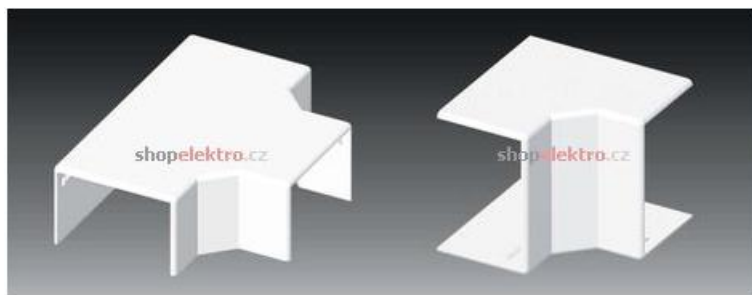
Pro vedení po halách jsem zvolil lištu větších rozměrů, jelikož bude umístěna v 6m nad zemí, aby měla určitou rezervu a nosnost. Zvolená lišta je Kopus LH 60X40 HD lišta hranatá. Rozměry lišty jsou 60mm na šířku a 40mm na výšku. Pro zakončení této lišty jsem vybral koncový kryt vhodný pro tuto lištu a tím je Kopus LH 60X40 kryt 8651 HB koncový.



Obr. 35 Kopus LH 60X40 HD lišta hranatá a koncový kryt (zdroj SHOPELECTRO.CZ. *Kopus LH 60X40 HD lišta hranatá* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/listy-a-kanaly/listy-hranate/kopus-lh-60x40-hd-lista-hranata>)

Pro odbočení trasy lze použít odbočný kryt Kopus LH 60X40 kryt 8654 HB

odbočný, kterým se dají vyvést z trasy kabely. Pro vyřešení situací v rohu doporučuji použít Kopos LH 60X40 kryt 8655 HB roh vnitřní, který nám pomůže překlenout vnitřní rohy při vedení trasy.



Obr. 36 Odbočný a rohový kryt (zdroj SHOPELECTRO.CZ. *Kryty k elektroinstalačním lištám a kanálům* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: [http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/listy-a-kanaly/kryty-k-listam-a-kanalum/%28offset%29/80/%28page\\_limit%29/3](http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/listy-a-kanaly/kryty-k-listam-a-kanalum/%28offset%29/80/%28page_limit%29/3))

### 3.5.2 Volba trubek

Pro vertikální vedení více kabelů jsem zvolil trubku, do které se vejdu kabely tak aby bylo možno je protáhnout bez zadrhnutí a poškození kabelu. Zvolil jsem trubku Kopos 6036 ZNM S ocelová trubka závitová pozinkovaná (ČSN). Vnitřní průměr této trubky je 44mm a ten zcela dostačuje pro vertikální vyvedení trasy kabelů od kanceláře mistra. Díky vyřezanému závitů stačí dokoupit spojku Kopos 336/1 spojka z Al slitiny pro ocelové závitové trubky (ČSN) a lze trubku nastavit do potřebné velikosti. Pro uchycení ke zdi poslouží Kopos 5236 PC příchytka oboustranná kovová (ČSN).



Obr. 37 Závitová trubka Kopos (zdroj SHOPELECTRO.CZ. *Kopos 6036 ZNM S ocelová trubka závitová pozinkovaná (ČSN)* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/trubky-a-chronicky/trubky-ocelove/csn-zavitove/kopos-6013-zn-f-ocelova-trubka-zavitova-pozinkovana-csn>)

Pro vertikální vedení menšího počtu kabelů jsem zvolil trubku o menším průměru.

Zvolená trubka je Kopus 6013 ZN F ocelová trubka závitová pozinkovaná (ČSN). Tato trubka má vnitřní průměr 18,2mm a pro protažení jednoho či dvou kabelů plně dostačuje. Opět lze dokoupit spojku pro nastavení velikosti díky závitů na trubce. Spojka vhodná pro tuto trubku je Kopus 313/1 spojka z Al slitiny pro ocelové závitové trubky (ČSN). Pro uchycení této trubky ke zdi je nutné přikoupit také úchyty Kopus 5213 PC přichytka oboustranná kovová (ČSN).

Pro potřebu vedení kabelu z trubky k rozvaděči lze použít ohebnou kovovou trubku. Zvolil jsem trubku Kopus 3323 ohebná kovová trubka, kterou lze při použití spojky Kopus 9813 spojka z Al slitiny pro ocelové závitové trubky (ČSN) přímo spojit se zvolenou trubkou menšího průměru. Ohebná trubka má vnitřní průměr 23mm a plně vyhovuje možnosti využití vedení kabelu od trubky k přípojnému místu.



Obr. 38 Ohebná trubka (zdroj SHOPELECTRO.CZ. *Kopus 3323 ohebná kovová trubka* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.shopelektro.cz/ulozny-material/trubky-a-ochranicky/trubky-ohebne-kovove/kopus-3323-ohebna-kovova-trubka>)

### 3.5.3 Naomítková krabička

Jako vedení a ochranu kabelů v zásuvce jsem zvolil naomítkovou krabičku. Je to krabička Krabička na omítku pro ABB Tango bílá TDCZ-LK80X28T.



Obr. 39 Naomítková krabička (zdroj LEVNA PC. *Krabička na omítku pro ABB TANGO bílá* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.levnapc.cz/krabicka-na-omitku-pro->



abb.html)

### 3.6 Návrh tras

Pro lepší orientaci jsou zde uváděny stěny, po kterých vedou kabely, ve směrech světových stran dle orientace postavení budovy.

Kabelová trasa začíná v kanceláři mistra, kde je umístěn datový rozvaděč. Datový rozvaděč je umístěn ve výšce 1,5m nad podlahou. Z datového rozvaděče vede 18kabelů k 16 přípojným místům. Tyto kabely vedou 1,5m po západní stěně ve stejné výšce uložené v liště Kopus LH 60x40 HD. Zde kabely narazí na jižní zeď, po které vystoupají do výšky 2m nad zemí. Výška 2m je vhodná pro pozdější oddělení kabelů k přípojným místům 1 a 2, abychom pak nemuseli kabelem kopírovat dveře do kanceláře mistra.

V tomto místě se oddělí 4 kabely, které povedou ve stejné výšce po jižní stěně směrem na východ uložené v liště Kopus LV 24x22 HA do vzdálenosti 1m, kde se kolmo dolů oddělí dva kabely vedoucí kolmo dolů 170cm k přípojnému místu č.1. Zbylé dva kabely vedou ještě dále po jižní stěně směrem na východ další 2m, kde po dovršení této vzdálenosti povedou kabely kolmo dolů 170cm k přípojnému místu č.2. Celá trasa kabelů vedoucích po oddělení kabelů k přípojným místům 1 a 2 bude uložena do lišt typu Kopus LV 24x22 HA.

Ostatní kabely povedou průrazem ze zdi na druhou stranu zdi do haly H4. Po průrazu se jeden kabel vedený v liště Kopus LV 24x22 HA oddělí směrem na západ do vzdálenosti 4,3m, kde se vzhledem k výšce rozvaděče cca 2m přímo zavede do rozvaděče. Přes průchodku, které je zde ještě volná vede do rozvaděče Zvonové pece, tedy přípojného místa č.6.

Zbytek kabelů vystoupá v kovové trubce Kopus 6036ZMN S do výšky 6m, aby nedošlo ke kolizím se silnoproudem. Zde se oddělí 3 kabely, které povedou v liště Kopus LH 60x40 HP. Tyto kabely povedou směrem na východ ve stejné výšce do vzdálenosti 4m, kde dorazí východní zdi. Po této zdi kabely povedou směrem na jih do vzdálenosti 20,5m, kde se oddělí kabel z lišty do přípojného místa č.3, které je určeno pro kameru, tudíž zůstává ve stejné výšce. Dále pokračují dva kabely další 3m na jih,

kde se oddělí 1 kabel z lišty kolmo dolů vedený v trubce Kopos 6013 ZN F. Tento kabel klesá 4m do výšky 2m nad zem, kde se nachází přípojně místo č.4 a tím je rozvaděč hlubinné pece. Zbylý kabel pokračuje ještě 2,5m na jih, kde končí trasa na východní zdi přípojným místem č.5, tedy kamerou.

Zbylých 10 kabelů po vystoupení od průrazu ve zdi z kancelář, e uložených do lišty Kopos LH 60x40 HP, povede směrem na západ po severní zdi haly H4 do vzdálenosti 8m, kde se oddělí jeden kabel do přípojněho místa č.7, které je ve stejné výšce jako momentální vedení kabelů. Zbylých 9 kabelů vede dále v liště směrem na západ zbylých 2,5m než dorazí k západní zdi haly H4.

Zde se oddělí 3 kabely, uložené ve stejném typu lišty, a povedou směrem na jih po západní zdi haly H4 17m. V tomto místě se oddělí jeden kabel, který se svede 4m kolmo dolů (v trubce Kopos 6036 ZN F), kde bude zaveden do přes volnou průchodku do rozvodné skříně přípojněho místa č.8, kde se nachází rozvaděč pro LPÚ2. Zbylé dva kabely povedou dále ve výšce 6m stejně uložené směrem na jih dalších 33m, kde se oddělí jeden kabel ve stejné výšce do přípojněho místa č.9. V tomto místě se nachází dozorová kamera. Zbylý kabel pokračuje dalších 12m směrem na jih ve stejné uložení a stejné výšce, kde bude sveden 4m kolmo směrem dolů (pomocí trubky Kopos 6013 ZN F) a zde se v této výšce zavede do ohebné kovové trubky Kopos 3323, ve které bude pokračovat 1m směrem na východ do rozvaděče poklopné pece na přípojně místo č.10.

Zbylých 6 kabelů bude protaženo průrazem směrem na západ do na protější stranu zdi do haly H3. Po průrazu ve výšce 6m se ocitáme na východní straně zdi haly H3, kde budou kabely opět uloženy do lišty Kopos LH 60x40 HP.

V tomto místě se 3 kabely oddělí a povedou směrem na jih ve stejné výšce i uložení 13m. Po 13m se oddělí jeden kabel, který bude sveden 4m kolmo dolů (pomocí trubky Kopos 6013 ZN F) do výšky 2m nad zemí a bude volnou průchodkou zaveden do rozvaděče LPÚ 3, přípojněho místa č.11. Dále pokračují dva kabely ve stejné výšce a uložení směrem na jih dalších 12m. Po těchto 12 metrech je oddělen 1 kabel a sveden 4m kolmo dolů ve stejné trubce jako pro přípojně místo č.11. po svedení do výšky 2m nad zem je opět volnou průchodkou v rozvaděči pro LPÚ 1 zaveden do k přípojněmu místu č.12. Zbylý kabel pokračuje stejným způsobem směrem na jih 8,5m, kde dosáhne ve své vedené výšce přípojněho místa č.13.

Zbylé 3 kabely po průrazu do haly H3 povedou ve stejné liště a výšce jako kabely vedoucí na jih. Tyto kabely povedou směrem na západ po severní zdi haly H3 18m, kde dorazí k západní zdi haly H3. V tomto místě se oddělí jeden kabel, který zde vede do přípojného místa č.14, které je ve stejné výšce. Zbylé dva kabely vedou po západní zdi směrem na jih 29m, kde se oddělí jeden kabel, který bude sveden 3m dolů v trubce (Kopos 6013 ZN F) k přípojnému místu č.15, kde přes volnou průchodku bude zaveden do rozvaděče průběžné pece. Rozvaděč se nachází díky umístění na lávce o 1m výš než rozvaděče ostatní.

Poslední kabel bude dále veden směrem na jih ve stejné výšce a uložení dalších 22m. V tomto bodě trasa končí přípojným místem č.16, kde se nachází kamera ve výšce 6m jako vedení trasy.

### **3.7 Návrh značení**

V tomto případě se jedná rozsahem přípojných míst o velmi malou instalaci s jedním rozvaděčem a jedním patch panelem. Domnívám se tedy, že ani rozvaděč, ani patch panel není třeba značit.

Pro zásuvky nebo přípojná místa technologií a kamer navrhuji sekvenční číselnou řadu značení od 1 do 16, kdy zásuvky 1 a 2 v kanceláři mistra budou dvouportové s porty označenými písmeny A a B od leva, tedy přípojná místa v těchto zásuvkách ponесou označení např. 1A bude levý port zásuvky 1.

Porty patch panelu budou označeny stejně jako odpovídající přípojná místa. Toto značení bude na portech patch panelu a na portech zásuvky realizováno samolepkou, plugy na ostatních přípojných místech budou popsány permanentním popisovačem.

Kabely budou označeny stejně jako přípojná místa, ke kterým vedou, permanentním fixem na každé straně alespoň třikrát v 20 cm odstupech.

Tab. 3 Kabelová tabulka (zdroj vlastní)

Přípojné místo		Kabel		Patch panel
Označení	Označení	Délka v metrech	Typ	Port
1A	1A	7,7	BeldenDataTwist 350-1700E	1A
1B	1B	7,7	BeldenDataTwist 350-1700E	1B
2A	2A	5,7	BeldenDataTwist 350-1700E	2A
2B	2B	5,7	BeldenDataTwist 350-1700E	2B
3	3	32	Belden70007E–Profinet	3
4	4	40,7	Belden70007E–Profinet	4
5	5	37,5	Belden70007E–Profinet	5
6	6	9,5	Belden70007E–Profinet	6
7	7	15,5	Belden70007E–Profinet	7
8	8	40,7	Belden70007E–Profinet	8
9	9	68	Belden70007E–Profinet	9
10	10	86,7	Belden70007E–Profinet	10
11	11	37	Belden70007E–Profinet	11
12	12	49	Belden70007E–Profinet	12
13	13	51,8	Belden70007E–Profinet	13
14	14	36,3	Belden70007E–Profinet	14
15	15	70	Belden70007E–Profinet	15
16	16	97,3	Belden70007E–Profinet	16

### 3.8 Návrh osazení rozvaděče

V projektu stačí použít pouze jeden datový rozvaděč. Je tedy nutné navrhnout osazení tohoto datového rozvaděče. Vybraný datový rozvaděč má výšku 12U. Volná místa po osazení budou sloužit jako rezerva do budoucnosti.

Do tohoto rozvaděče je nutné osadit dva switche. Jeden switch je industriální a je třeba ho umístit na DIN lištu. Vzhledem ke své velikosti potřebuje okolo sebe místo 1U z vrchní i spodní strany. Druhý switch má výšku 1U.

Dále je třeba osadit datový rozvaděč patch panelem, který bude mít okolo sebe z vrchní i spodní strany organizér pro uspořádání propojovacích kabelů.

Jako poslední člen osazení je napájecí panel, jenž zabírá výšku 2U a je osazen na spodních dvou pozicích rozvaděče.

Datový rozvaděč	
U1	Volno
U2	Switch Hirschmann
U3	Volno
U4	Organizer
U5	Patch panel
U6	Organizer
U7	Switch
U8	Volno
U9	Volno
U10	Volno
U11	Napájecí panel
U12	

Tab. 4 Návrh osazení Datového rozvaděče (zdroj vlastní)

### 3.9 Osazení přepojovacího panelu

Osazení patch panelu proběhlo dle návrhu značení postupně, kde jsou podle barev rozděleny místnosti, odkud kabely povedou k portům. Je zde také označen návrh, jaký modul má být kam použit.

CJ588WH				CJS5E88TG																			
1A	1B	2A	2B	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16						
kancelář				hala H3						hala H4													

Tab. 5 Osazení patch panelu (zdroj vlastní)

### 3.10 Návrh aktivních prvků

#### 3.10.1 Switch pro Profinet

Pro připojení výrobních technologií navrhuji použít switch na DIN lištu - Hirschmann - RS30-0802T1T1SDHPHXX.X. Tento switch má 8 FE portů pro Profinet/Průmyslový Ethernet, a 2 porty GE, je plně spravovatelný.



Obr. 40 Hirschmann RS-30 (zdroj INDUSTRIAL NETWORKING SOLUTIONS. *RS30-0802T1T1SDAE RailSwitch* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.industrialnetworking.com/Manufacturers/Hirschmann-Managed-Gigabit/Hirschmann-RS30-0802T1T1SDAE-Ethernet-Switch>)

### 3.10.2 Switch pro Ethernet

Pro připojení kamer a počítačů, případně pro připojení k síti společnosti navrhuji přepínač ZyXEL GS1910-24HP. Jedná se o přepínač určený pro zástavbu do 19“ rozvaděče, spravovatelný s podporou VLAN. Obsahuje 20 portů 10/100/1000 s podporou PoE a 4 porty SFP.



Obr. 41 ZyXEL GS1910-24HP ZYXEL. *ZyXELpresentaSwitches* [online]. [cit. 2.6.2014]. Dostupný na WWW: <http://infosertec.blogspot.cz/2012/08/zyxel-presenta-switches-de-gestion.html>)

## 3.11 Připojení k firemní síti

Ve společnosti jsem nebyl schopen zjistit stav stávající podnikové sítě ani požadavky na propojení sítí. Připojení navrhované horizontální sekce jsem tedy konkrétně nemohl řešit. I přes to jsem navrhl řešení tak, aby v rozvaděči bylo místo pro přivedení optické páteře, případně metalického vedení – na patch panelu je ještě místo pro 6 modulů. Dále jsem zvolil switch se SFP porty, aby bylo v budoucnu možno do něho připojit optické vedení páteřní sekce.

## **3.12 Speciální požadavky montáže**

### **3.12.1 Požadavky na uzemnění**

- datový rozvaděč musí být uzemněný v souladu s ČSN 332000-7-707.
- kovové součásti tras kabeláže musí být uzemněné v souladu s ČSN 332000-7-707 .

### **3.12.2 Požadavky na záruku**

- systémová garance výrobce - min. 15 let
- materiálová garance výrobce - min. 15 let
- garance výrobce na práci instalační firmy – min. 15

### **3.12.3 Požadavky na instalační firmu**

Instalaci může provádět jen autorizovaná instalační firma certifikací pro montáž navrhnutých technologií a pro zajištění požadované garance.

Dokumenty, které má autorizační firma předložit.

- Živnostenský list opravňující k montáži kabeláže
- Autorizační osvědčení pro montáž certifikovaný výrobcem kabeláže. Kde výrobce nese garanci za práci instalační firmy.
- Reference

## **3.13 Ekonomické zhodnocení**

V rámci řešení projektu pro industriální síť jsem dle použitých materiálů sestavil cenovou kalkulaci pro celý projekt v rámci jeho řešení i se započtením ceny instalace. Dle mnou zjištěných informací se tato cena instalace se určuje jako polovina nákladů sumy nákladů za pasivní prvky a vedení trasy kabeláže. Jednotlivé ceny pro použité prvky jsem získal buď jako doporučující cena od dodavatele nebo jsem ji našel v různých e-shopech. Tato kalkulace je uvedena v příloze č.6 Kalkulace. V této kalkulaci se nacházejí jednotlivé údaje o ceně a množství použitých materiálů.

Z této kalkulace vychází celkové náklady na pasivní vrstvu ve výši 60 368,27 Kč

bez DPH. Cena za průmyslovou síť je 102 553,27 Kč bez DHP. Po započtení ceny koncových uzlů se celkové náklady vyšplhají na 351 354,27 Kč bez DHP.

Jednotlivé ceny materiálů a komponentů použité pro kalkulaci nákladů se mohou ve skutečnosti mírně lišit dle konkrétního dodavatele materiálů užitých pro realizaci sítě.



## 4 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout počítačovou síť do průmyslového prostředí pro účely řízení výrobních technologií a provozu dohledových kamer v Metaldyne spol. s r.o. ve výrobních halách č.3 a 4.

Dle těchto požadavků investora byl mnou zhotoven návrh počítačové sítě na platformě průmyslový ethernet, který zahrnuje návrh zvolení všech prvků potřebných pro realizaci této sítě včetně návrhu tras kabeláže, osazení patch panelu a značení jednotlivých kabelů, portů a přípojných míst.

Po předložení mnou zhotoveného návrhu doufám v jeho použití při následném výběrovém řízení a realizaci projektu. V rámci navržených technologií je tato počítačová síť navržena tak, aby splňovala požadavky na vývoj technologií po dobu dalších 15 let.

## Literatura

1. BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. Vyd. 1. Překlad Petr Matějů. Brno: Computer Press, 2004, 990 s. ISBN 80-251-0178-9.
2. DONAHUE, Gary A. *Kompletní průvodce síťového experta*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.
3. Historie. METALDYNE. *Metaldyne: Historie společnosti* [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.metaldyne.cz/historie-spolecnosti/>
4. Jordán, V. a V. Ondrák. *Infrastruktura komunikačních systémů I. Univerzální kabelážní systémy*. Brno: CERM, 2013. 334 stran. ISBN 978-80-214-4839-1.
5. KOZIOREK, Jiří a Libor CHROMČÁK. *Logické systémy řízení a programovatelné automaty*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2007, 1 DVD-R. ISBN 978-80-248-1490-2.
6. POSPÍŠILOVÁ, R. *Návrh kabeláže v průmyslovém prostředí – administrativní budova*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. 83 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..
7. PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z. 2. aktualiz. vyd.* Brno: Computer Press, 2006, 430 s. ISBN 80-251-1278-0.
8. SHINDER, Debra Littlejohn. *Počítačové sítě: nepostradatelná příručka k pochopení síťové teorie, implementace a vnitřních funkcí*. Praha: SoftPress, 2003. ISBN 80-86497-55-0.
9. 10SIEMENS. *Snadné připojení řídicích automatů Simatic S7-300 do sítě Ethernet*. Praha, 2006. Dostupné z: [http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CEQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.siemens.cz%2Fpublic%2Fae%2Fa2%2F8a%2F39009\\_20127\\_\\_38013\\_061213\\_TZ\\_CP\\_343\\_1\\_Lean\\_CZ.doc&ei=WFyMU7TgC5Og7AaO9YgCw&usg=AFQjCNHlf\\_GQ5SoYt6SHd61PXBSrV4yKgw&sig2=yoqLyZxL2Pe3aVSjBbH6Aw](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CEQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.siemens.cz%2Fpublic%2Fae%2Fa2%2F8a%2F39009_20127__38013_061213_TZ_CP_343_1_Lean_CZ.doc&ei=WFyMU7TgC5Og7AaO9YgCw&usg=AFQjCNHlf_GQ5SoYt6SHd61PXBSrV4yKgw&sig2=yoqLyZxL2Pe3aVSjBbH6Aw)

10. SIEMENS AG. *Efektivní a progresivní automatizace*. Praha, 2005. Dostupné z:  
[http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/prumyslove\\_automatizacni\\_systemy\\_simatic/simatic\\_plc/simatic\\_s7\\_300/\\_prospekty/overview\\_simatic\\_s7\\_300\\_2005\\_cz.pdf](http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/prumyslove_automatizacni_systemy_simatic/simatic_plc/simatic_s7_300/_prospekty/overview_simatic_s7_300_2005_cz.pdf)
11. TCP/IP. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z:  
<http://home.zcu.cz/~hliboka/#layersExample>

## Seznam obrázků

Obr. 1 Sběrníková topologie .....	22
Obr. 2 Hvězdíková topologie .....	23
Obr. 3 Kruhová topologie .....	24
Obr. 4 Vrstvy ISO/OSI .....	25
Obr. 5 Architektura TCP/IP .....	28
Obr. 6 Koaxiální kabel.....	32
Obr. 7 Typy kabelů Kroucených párů .....	33
Obr. 8 Symetrie párů.....	34
Obr. 9 Optická vlákna .....	35
Obr. 10 Struktura kabeláže .....	38
Obr. 11 Redundance páteřní trasy.....	38
Obr. 12 Model přímého propojení .....	40
Obr. 13 Jack a Plug .....	42
Obr. 14 Patch panel.....	42
Obr. 15 Plug RJ45.....	43
Obr. 16 Jack RJ45 KEYSTONE a NON-KEYSTONE.....	43
Obr. 17 Topologie kruhu s využitím redundance .....	48
Obr. 18 Base ring a Sub-Ring.....	49
Obr. 19 Simatic S7-300 CPU317-2DP a CU317T-2DP .....	50
Obr. 20 CP343-1 Lean .....	52
Obr. 21 Axis P1353-E.....	54
Obr. 22 Belden 70007E-Profinet .....	55
Obr. 23 Propojovací kabel .....	56

Obr. 24 Konektor pro Profinet.....	56
Obr. 25 MINI-JACK PanduitCJS5E88TG .....	57
Obr. 26 MINI-JACK Panduit CJ588WH.....	58
Obr. 8 Patch panel.....	58
Obr. 28 Zásuvka ABB Tango .....	59
Obr. 29 Záslepny modul .....	59
Obr. 30 Datový rozvaděč .....	60
Obr. 31 Organizer .....	60
Obr. 32 Napájecí panel .....	61
Obr. 33 DIN lišta .....	61
Obr. 34 Lišta Kopos LV 24x22 HA .....	62
Obr. 35 Kopos LH 60X40 HD lišta hranatá a koncový kryt .....	62
Obr. 36 Odbočný a rohový kryt.....	63
Obr. 37 Závítová trubka Kopos .....	63
Obr. 38 Ohebná trubka.....	64
Obr. 39 Naomítková krabička.....	64
Obr. 40 Hirschmann RS-30 .....	70
Obr. 41 ZyXEL GS1910-24HP .....	70

## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Přehled tříd kabeláže a tomu odpovídajících kategorií materiálů metalické kabeláže.....	41
Tab. 2 Klasifikace stupňů ochrany .....	47
Tab. 3 Kabelová tabulka .....	68
Tab. 4 Návrh osazení Datového rozvaděče .....	69

Tab. 5 Osazení patch panelu .....	69
-----------------------------------	----

## **Seznam příloh**

Příloha č.1 - Areál společnosti

Příloha č.2 - Haly č.3 a 4

Příloha č.3 - Trasy sítě

Příloha č.4 - Belden 70007E

Příloha č.5 - Belden 1700E

Příloha č.6 - Kalkulace