



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍŤE KOMERČNÍ BUDOVY

COMPUTER NETWORK DESIGN OF COMMERCIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ROMAN POSPÍŠIL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pospíšil Roman

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 počítačové sítě komerční budovy

v anglickém jazyce:

Computer Network Design of Commercial Building

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska řešení

Návrh řešení

Zhodnocení a závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

- BIGELOW, S. Mistrovství v počítačových sítích. Správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. Brno: Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50173-1-ed.2. Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. Třídící znak 36 7253.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50173-2. Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 2: Kancelářské prostory. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008. Třídící znak 36 7253.
- DOSTÁLEK, L. a A. KABELOVÁ. Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS. 2. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2000.
- PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2. aktualizované vydání: Computer Press, a.s. Brno, 2006.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

L.S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
Ředitel ústavu

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

V Brně, dne 30.05.2013

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem počítačové sítě komerční budovy s ohledem na požadavky investora a realizační možnosti. Obsahem práce je analýza současného stavu, teoretické východiska a samotné návrhové řešení včetně kompletní technické dokumentace.

Abstract

This bachelor thesis deals with the design of computer network of commercial building with regard to the investor 's requirements and possibilities of realization. The thesis includes analysis of the current network state, theoretical assumptions, the new design of solution and complete technical documentation.

Klíčová slova

Kabelážní systém, počítačová síť, trasy kabeláže, datový rozvaděč, aktivní prvky

Keywords

Cabling system, computer network, routing cables, data rack, active components

Bibliografická citace

POSPÍŠIL, R. *Návrh počítačové sítě komerční budovy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 61 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 31. května 2013

Podpis:

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za poskytnutí cenných rad a připomínek.

Obsah

Abstrakt.....	4
Abstract.....	4
Klíčová slova	4
Keywords	4
Bibliografická citace	5
Čestné prohlášení	6
Poděkování.....	7
Úvod.....	11
Vymezení problému a cíle práce	12
1 Analýza současného stavu	13
1.1 Charakteristika společnosti	13
1.2 Základní údaje společnosti	13
1.3 Současná situace společnosti.....	14
1.3.1 Organizační struktura.....	14
1.3.2 Zákazníci a konkurence	14
1.4 Struktura IT ve firmě.....	15
1.4.1 Hardware.....	15
1.4.2 Software	16
1.4.3 Topologie sítě	16
1.4.4 Informační systémy.....	17
1.4.5 Zálohování a archivace dat	17
1.5 Popis objektu.....	17
1.5.1 Základní informace	17
1.5.2 Podrobný popis místností.....	18
1.5.3 Aktuální ICT vybavení objektu	19

1.6	Požadavky investora.....	20
1.6.1	Plánované ICT vybavení objektu.....	20
2	Teoretická východiska práce	22
2.1	Teorie přenosu.....	22
2.1.1	Počítačová síť.....	22
2.1.2	Referenční model ISO/OSI.....	24
2.1.3	Architektura TCP/IP	25
2.1.4	Rozdělení sítí podle rozlehlosti.....	27
2.1.5	Topologie sítě	27
2.2	Přenosová média	30
2.2.1	Metalické kabely	30
2.2.2	Koaxiální kabely	33
2.2.3	Optické kabely	34
2.2.4	Bezdrátové přenosy.....	35
2.3	Kabelážní systém	36
2.3.1	Normy	36
2.3.2	Univerzální kabelážní systém	37
2.3.3	Základní pojmy	38
2.3.4	Prvky kabelážního systému	40
2.3.5	Zapojení datového kabelu.....	43
2.3.6	Sekce kabelážního systému	43
2.4	Aktivní prvky	45
2.4.1	Switche.....	45
2.4.2	Routery.....	46
3	Návrhové řešení	47
3.1	Výběr kategorie	47

3.2	Výběr komponent a instalačního materiálu.....	47
3.2.1	Kabeláž	47
3.2.2	Datové zásuvky.....	48
3.2.3	Patch panely.....	48
3.2.4	Datový rozvaděč	49
3.2.5	Instalační materiál.....	49
3.2.6	Aktivní prvky.....	51
3.3	Popis návrhového řešení	51
3.3.1	Přípojná místa	51
3.3.2	Trasy kabeláže	52
3.3.3	Technická místnost	53
3.3.4	Aktivní prvky.....	54
3.4	Stavební připravenost objektu.....	54
3.5	Rozpočet.....	55
	Závěr	56
	Seznam použitých zdrojů.....	57
	Seznam obrázků.....	59
	Seznam tabulek.....	60
	Seznam příloh	61

Úvod

V dnešní době patří informace mezi jeden z nejcennějších artiklů, které může člověk nebo firma vlastnit. Ovšem aby byly informace naplno využity a získaly tím svoji patřičnou hodnotu, je potřeba, aby se včas dostaly na ta správná místa. V oblasti výpočetní techniky tvoří informace kódovaná data, které jsou kanálem přenášena od vysílače k přijímači. Potřebná data neboli informace se můžou přenášet pomocí počítačové sítě, kterou v dnešní době tvoří svým připojením téměř veškeré společnosti a domácnosti po celém světě.

K vytvoření kvalitní a spolehlivé sítě je v poslední době vynakládáno více financí, než v letech minulých. Tuto skutečnost si nejvíce uvědomují společnosti, kterým bezchybný a rychlý přenos dat a informací poskytuje konkurenční výhodu na trhu.

Vymezení problému a cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je návrhové řešení univerzální kabelážní sítě pro firmu Omega Design, s.r.o., ve kterém se bude vycházet ze stanovených norem a bude brán zřetel na požadavky a finanční možnosti investora. Především se v práci budu věnovat návrhu fyzické vrstvy sítě, tedy volbě kabelážního systému, rozhodnutí o počtu a umístění přípojných míst, rozvaděčů, aktivních prvků, dále návrhu tras, jejich značení a celkovému rozpočtu navrhované sítě.

1 Analýza současného stavu

V této kapitole bakalářské práce představím společnost Omega Design, kde se nejprve zaměřím na charakteristiku firmy a její činnost, dále pak na její současnou situaci a postavení na trhu. Nakonec zhodnotím strukturu IT ve firmě, kde přiblížím úroveň hardware, software a současný stav sítě.

1.1 Charakteristika společnosti

Společnost Omega Design je grafické studio, reklamní agentura a webové studio, se sídlem v Brně. Firma byla založena dvěma společníky 19. 4. 1996. Zpočátku se jednalo o malou společnost s několika zaměstnanci, která postupem času vyrostla v profesionální společnost, čítající okolo 25 zaměstnanců a spolupracovníků. Firma svojí marketingovou činností zajišťuje pro řadu významných tuzemských společností, mimo to se také v poslední době snaží zaměřit i na zahraniční klienty. Současná situace je taková, že firmu od roku 2011 vlastní pouze jeden majitel, a to pan Mgr. Petr Humlíček.

Sortiment služeb:

- Marketing a reklama
- Návrh vizuálních stylů, tiskovin, obalového materiálu
- Tvorba webových stránek, webdesign, SEO optimalizace

1.2 Základní údaje společnosti

Obchodní firma:	Omega Design, s.r.o.
Datum zápisu:	19. dubna 1996
Sídlo:	Brno, Charvatská 2, PSČ 612 00
Identifikační číslo:	645 07 785
Právní forma:	Společnost s ručením omezeným
Předmět podnikání:	Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
Základní kapitál:	100 000,- Kč
Statutární orgán – jednatel:	Mgr. Petr Humlíček

1.3 Současná situace společnosti

V této podkapitole v krátkosti popíši organizační strukturu společnosti a její zaměstnance, dále pak představím její zákazníky a konkurenci.

1.3.1 Organizační struktura

V současné době pro společnost pracuje 25 zaměstnanců, z nichž většina je zaměstnána na hlavní pracovní poměr. Další část zaměstnanců vykonává pracovní činnost na základě Dohody o provedení práce či spolupracuje jako OSVČ. Jednatel společnosti si do řad svých zaměstnanců vybírá převážně pracovníky s ukončeným vysokoškolským vzděláním, ale taktéž poskytuje praxi mladým designérům.

Organizační struktura společnosti se skládá z pěti hlavních oddělení. Tři z těchto oddělení (obchodní, grafické a webové oddělení) zastupují oblasti, kterými se firma zabývá. Provozní oddělení a IT oddělení zabezpečují správný chod firmy. Jednotlivé oddělení a pracovní pozice jsou níže graficky zobrazeny.



Obrázek 1: Organizační struktura firmy. (Zdroj: vlastní zpracování)

1.3.2 Zákazníci a konkurence

Společnost Omega Design, jak již bylo výše zmíněno, se zabývá marketingem a reklamou, tvorbou webových stránek a návrhem vizuálních stylů, tiskovin nebo obalového materiálu. Trh v tomto oboru je v dnešní době na území České republiky velice nasycený a konkurence je jen ve městě Brně velice mnoho. Proto se firma neorientuje na trh jen v okolí Brna, ale snaží se působit po celé ČR. Výhodu před konkurencí má firma v tom, že je na trhu již 17 let a mezi referencemi má spoustu významných zákazníků. Mezi takové patří např. mezinárodní společnost Student Agency, pro kterou firma navrhla logo a vizuální styl. Mezi další významné reference,

které stojí za zmínku, patří tvorba webových stránek města Brna nebo zpracování výročních zpráv pro Finanční skupinu České spořitelny.

Možnou konkurencí ve městě Brně je řada firem, zabývajících se podobnými službami, mezi které patří například firmy PeckaDesign, s.r.o. nebo Grep design s.r.o.

1.4 Struktura IT ve firmě

Na správu informačních technologií má firma vlastní IT oddělení, které zajišťuje chod veškeré techniky. Firma na tuto činnost zaměstnává dva studenty, kteří zde pracují na částečný úvazek a v případě nepřítomnosti či závažného problému se zastupují. Toto řešení je pro firmu ekonomicky výhodnější než zaměstnávat pracovníka na plný pracovní poměr, jelikož za současného chodu firmy by zde pro něj nebylo dostatečné uplatnění. Jedním ze zaměstnaných studentů jsem i já. Tuto činnost zde vykonávám již přes čtyři roky, a proto můžu detailně zanalyzovat a adekvátně zhodnotit úroveň informačních technologií ve firmě.

1.4.1 Hardware

Co se hardwaru ve firmě týče, je na průměrné úrovni. Nejvýkonnější stanice z celé firmy využívá grafické studio, které pracuje s náročnými grafickými programy (viz kapitola 2.4.2). U těchto pracovních stanic je největší nárok na výkonnou grafickou kartu, dostatečné množství operační paměti a nelze taky opomenout vícejádrový procesor. Jelikož se veškeré projekty ukládají na síťové úložiště, je lepší pro plynulejší a svižnější práci využít gigabitové připojení k síti. Nicméně už ani tyto stroje nepatří mezi nejnovější a pro využití novějších grafických programů bude potřeba hardware zmodernizovat. Tento upgrade se plánuje provést během roku 2013.

Další výkonné stroje využívají programátoři, kteří pro testování webových stránek využívají virtuální prostředí, a proto také zde využijí větší počet operační paměti a vícejádrový procesor. U zbytku firmy není potřeba tak výkonných počítačů, protože většinou využívají jen základní kancelářské balíky, nebo popřípadě náhledy projektů vytvořených v ostatních odděleních. Pro práci obchodních manažerů má firma k dispozici několik notebooků, které patří mezi průměrné, což je pro jejich práci zcela dostačující.

Kromě uživatelských stanic disponuje firma i několika servery, které využívá jako domain controller, mail server, spam server, testovací servery, icq server, server pro intranet, docházku a zakázkový systém. Veškeré tyto servery jsou spuštěny jen na dvou fyzicky jedoucích serverech, které jsou dále virtualizovány. Před dvěma roky firma investovala do modernizace hlavního serveru, který je využit jako domain controller, poštovní server a datové úložiště. Mimo to má firma k dispozici také dvě disková pole, které využívá pro ukládání dalších dat a pro účely zálohování.

1.4.2 Software

Na veškerých uživatelských stanicích ve firmě je nainstalován operační systém na platformě Microsoft Windows, většinou ve verzi XP Professional a na některých z nich je instalována verze Windows 7 Professional. Na hlavním serveru běží OS Microsoft Windows Small Business Server 2011, který slouží pro připojení stanic do domény a také zde běží Microsoft Exchange server 2010 (poštovní server). Ostatní servery využívají OS Linux, a to ve více verzích.

Jak již bylo výše zmíněno, v grafickém studiu se k práci používají náročné grafické programy. Jedná se především o Adobe Photoshop, Adobe Illustrator a Adobe InDesign. V celé firmě se pak používá kancelářský balík Microsoft Office Professional, jak pro práci s dokumenty, tak i s poštou. Kromě toho má firma na míru dělaný software pro docházku a pro práci se zakázkami.

1.4.3 Topologie sítě

V původní podobě budovy (rodinný dům) nebyla plánována žádná strukturovaná kabeláž. Ta byla zabudována až po rekonstrukci budovy pro komerční účely. Po celé budově firmy je aktuálně roztažena strukturovaná kabeláž kategorie 5e, která je vyústěna na jedno místo do technické místnosti ve sklepě budovy, kde stojí rozvaděč s přepojovacími panely, switchy a servery. Tato síť převážně zvládá standard Fast Ethernet s rychlostí přenosu 100 Mbit/s.

Tahle kabeláž však již zcela nevyhovuje současným potřebám firmy z důvodu neustálého navyšování počtu zaměstnanců a s tím spojeným nedostatkem přípojných míst, z důvodu nedostatečné rychlosti sítě a v neposlední řadě také nesplňuje současné normy. Na základě těchto skutečností se investor rozhodl pro kompletní rekonstrukci

sítě. Navrhovaným řešením bude vybudování zcela nové kabelážní sítě v jednotné kategorii ve standardu Gigabit Ethernet a podle platných norem.

1.4.4 Informační systémy

Mezi informační systém firmy patří Zakázkový systém, kde se dají zjistit detailní informace o jednotlivých zakázkách, jako jsou např. množství odpracovaného času, zaměstnanci, kteří se zakázce pracují, fakturace, atp. Dále firma využívá vlastní vytvořený intranet, kde jsou k nalezení pravidla, návody, směrnice, odkazy a mnohé další užitečné věci. Ještě by se mezi informační systémy dal zařadit docházkový systém, který zaměstnance informuje o jejich odpracovaných hodinách u jednotlivých dnů a celkový počet hodin za měsíc, čtvrtletí či rok.

1.4.5 Zálohování a archivace dat

Nutnost mít pravidelnou zálohu dat je pro firmu velice důležitým požadavkem, protože data jsou to nejcennější, co firma vlastní. Proto je kladen velký důraz na důkladné a bezchybné zálohování veškerých firemních dat. Zálohování probíhá automaticky každý den na diskové pole. Jsou zálohovány pracovní data ze všech oddělení a dále pak obraz systému ze všech serverů.

Archivace dat je pro firmu taky nutností, protože denně přibude spousta nových pracovních dat. Dříve byla archivace dat prováděná na optické disky ve dvou kopiích. Ovšem toto se v dnešní době s nástupem velkokapacitních diskových polí a značnou nečitelností starších optických disků nevyplácí.

V současné době s nákupem nového serveru a tím i větší diskové kapacity se od archivace pracovních dat upustilo. Ovšem, jak se již ukázalo, tato skutečnost přináší problémy spjaté se zálohováním. S nárůstem zálohovaných dat dochází v poslední době k častější chybovosti jednotlivých záloh a tím pádem k produkovaní nedokonalých záloh. Proto by se měl vymyslet nový koncept archivace a záloh, což ovšem není náplní této práce.

1.5 Popis objektu

1.5.1 Základní informace

Budova společnosti Omega Design se nachází v městské části Královo pole na ulici Charvatská, nedaleko Slovanského náměstí. Budova je z části podsklepena, má

jedno přízemní a dvě nadzemní podlaží. Veškeré výkresy půdorysů objektu naleznete v Příloze 1.

Původně se jednalo o rodinný dům postavený v letech 1925 - 1930, který byl následně zrekonstruován pro komerční účely.



Obrázek 2: Foto budovy. (Zdroj: foto archiv firmy Omega Design, s.r.o.)

1.5.2 Podrobný popis místností

Podsklepená část (1. PP)

První místnost v podzemní části budovy po vstupu ze schodiště představuje technická místnost, která je průchozí. Nachází se zde datový rozvaděč, do kterého je vyústěna veškerá kabeláž z celé budovy, také přípojka internetu od poskytovatele společně s telefonní ústřednou. Dále se v datovém rozvaděči nachází přepojovací panely, switche, datové úložiště, dva servery a záložní zdroj.

Další místnost v podzemí části budovy po vstupu ze schodiště tvoří kotelna, kde je instalován plynový kotel pro vytápění objektu a ohřev vody. Momentálně se tam nenachází žádné přípojně místo.

Poslední dvě místnosti situovány vlevo od schodiště slouží jako skladové prostory a archivní místnosti. Nenachází se zde žádné přípojné místo.

První nadzemní patro (1. NP)

V přízemním patře se nachází hlavní vchod do budovy, který vede do vstupní chodby. Hned u vstupu je situovaná recepce, kuchyňka a sociální zařízení. Dále je zde vstup do sklepních prostor. Na konci chodby se nachází dvě kanceláře grafického oddělení a otevřené schodiště, které vede do druhého nadzemního patra.

Druhé nadzemní patro (2. NP)

Vpravo od schodiště se nachází kuchyňka, sociální zařízení a jednací místnost. Vlevo od schodiště je situovaná kancelář personální manažerky a poslední místnost tvoří společná kancelář jednatele a pracovníků obchodního oddělení.

Třetí nadzemní patro (3. NP)

Jedná se o podkrovní nadstavbu, která je opticky rozdělena komínovým pilířem na dvě části. Celé podkroví je zázemím webového oddělení, ve kterém se nachází nejvíce zaměstnanců.

1.5.3 Aktuální ICT vybavení objektu

V následující tabulce uvádím aktuální vybavení ICT¹ zařízení jednotlivých místností.

místnost	název	TO	AT	DT	PC	PRINT	WIFI	IP-Cam
1.2	Kotelna	-						
2.1	Chodba (1. PP)	2						1
2.2	Recepce (1. PP)	4		1	1	1	1	
2.4	Kancelář 1 (1. PP)	10	5	1	6	1		
2.5	Kancelář 2 (1. PP)	6		1	1			
3.2	Zasedací míst. (1. NP)	4		1	1		1	
3.3	Kancelář 3 (1. NP)	4		1	1	1		
3.4	Kancelář 4 (1. NP)	10	3	3	6	1		
4.1	Kancelář 5 (2. NP)	10	5		6	1		
4.2	Kancelář 6 (2. NP)	8	5		5			
	Celkem	58	18	8	27	5	2	1

Tabulka 1: Aktuální stav ICT vybavení objektu. (Zdroj: vlastní zpracování)

¹ICT (*Information and Communication Technologies*) – Informační a komunikační technologie

Vysvětlivky	
TO	přípojný místo
AT	analogový telefon
DT	digitální telefon
PC	počítač
PRINT	tiskárna
WIFI	přípojný bod WiFi
IP-Cam	IP kamera

Tabulka 2: Vysvětlivky k Tabulce 1. (Zdroj: vlastní zpracování)

1.6 Požadavky investora

Jednatel společnosti má konkrétní požadavky na provedení projektu:

- Použití certifikovaného kabelážního systému s minimální garantovanou dobou záruky 20 let
- Použití zásuvek s jednotným designem
- Požadovaná rychlost 1 Gbit/s, do budoucna s možností přechodu na vyšší rychlost
- Minimální stavební úpravy v budově
- Přejít ze stávající telefonní ústředny na IP telefonii s připojením k počítačové síti bez nutnosti použití adaptéru
- Garance na provedenou práci instalační firmy

1.6.1 Plánované ICT vybavení objektu

V celém objektu investor požaduje vyměnit stávající telekomunikační zařízení za VoIP telefony, a proto je v návrhu třeba počítat s jedním přípojným místem navíc u každého pracovního místa. Venku u vstupní branky je požadavek na IP dveřní komunikátor. Níže uvádím plánované vybavení v jednotlivých patrech.

Podsklepená část (1. PP)

Investor zde do budoucna plánuje nový kotel, který bude mít možnost ovládní přes IP protokol, a proto je zde zapotřebí počítat s přípojným místem.

První nadzemní patro (1. NP)

V tomto patře na chodbě si investor přeje mít nainstalovanou síťovou tiskárnu a IP kameru. Dále se na recepci kromě stávajícího vybavení počítá se Smart TV.

V první kanceláři grafického oddělení bude 5 pracovních míst a jedna síťová tiskárna. V druhé kanceláři budou minimálně 3 pracovní místa.

Druhé nadzemní patro (2. NP)

V kanceláři jednatele společnosti a obchodního oddělení kromě stávajícího vybavení přibudou dvě IP kamery, které mají být vytáhnuté přes zeď zvenku budovy. V kanceláři personalistky je v plánu rozšíření o jedno pracovní místo. V zasedací místnosti investor požaduje instalovat IP kameru a Smart TV.

Třetí nadzemní patro (3. NP)

Aktuální vybavení webového oddělení je dostatečné, přibude zde pouze WiFi router a Smart TV.

Požadavky a plány na ICT vybavení jsem shrnul do následující tabulky, podle které si v návrhové části práce určíme potřebný počet přípojných míst.

místnost	název	VoIP	PC	PRINT	Smart TV	SmartA	WIFI	IP-Cam	IP-Gate
1.1	Kotelna					1			
2.1	Chodba (1. PP)			1				1	
2.2	Recepce (1. PP)	1	1	1	1		1		1
2.4	Kancelář 1 (1. PP)	5	6	1	1				
2.5	Kancelář 2 (1. PP)	3	3						
3.2	Zasedací míst. (1. NP)	1	1	1	1		1	1	
3.3	Kancelář 3 (1. NP)	2	2	1					
3.4	Kancelář 4 (1. NP)	6	6	1				2	
4.1	Kancelář 5 (2. NP)	6	7	1	1		1		
4.2	Kancelář 6 (2. NP)	5	5						
Celkem		29	31	7	4	1	3	4	1

Tabulka 3: Plánované ICT vybavení objektu. (Zdroj: vlastní zpracování)

Vysvětlivky	
VoIP	IP telefon
PC	počítač
PRINT	tiskárna
SmartTV	chytrá televize
SmartA	chytrý spotřebič
WIFI	přípojný bod WiFi
IP-Cam	IP kamera
IP-Gate	IP dveřní stanice

Tabulka 4: Vysvětlivky k Tabulce 3. (Zdroj: vlastní zpracování)

2 Teoretická východiska práce

V této kapitole se budu zabírat teoretickými východisky, které zahrnují základní principy a pojmy počítačové sítě. Z těchto teoretických poznatků pak budu vycházet v návrhové části své práce.

2.1 Teorie přenosu

Teorie přenosu informace je součástí teorie informace. Základní úkol přenosu je možné definovat jako spolehlivé přenesení informace od zdroje k příjemci. Teorie přenosu říká také o kanálech, kterými k tomuto přenosu dochází.

2.1.1 Počítačová síť

Pod pojmem počítačová síť se rozumí propojení dvou a více počítačů tak, aby byly schopny navzájem komunikovat a sdílet své prostředky a tím realizovat přenos informací mezi počítači.²

Komunikace v sítích

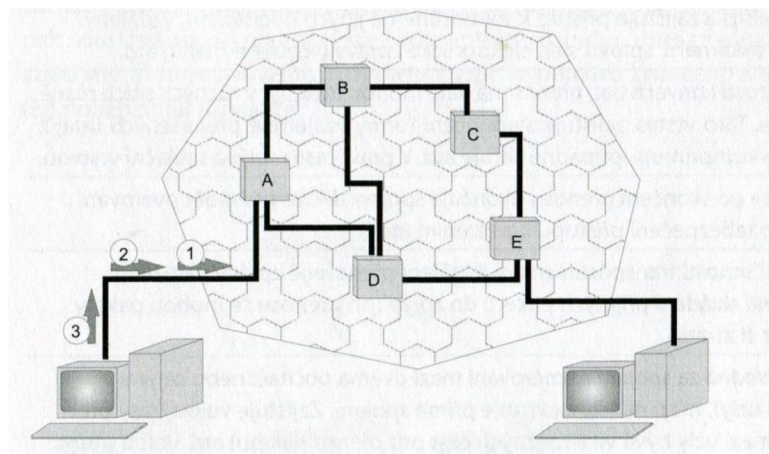
Na základě toho, zda je k přenosu dat potřebné navázat spojení či nikoliv, rozdělujeme síť na spojované a nespojované.

- **Sítě spojované** (*withconnection*)

U spojované komunikace je ještě před samotným zahájením přenosu dat nutné, aby se mezi oběma koncovými stanicemi navázalo spojení. Koncové uzly se nejdříve domluví s aktivními prvky a následně pak vytvoří kanál pro přenos dat, viz Obrázek 3. Tento způsob navazování spojení je typický pro telefonní síť, u sítí LAN se s ním nesetkáme.³

² DONAHUE, G. A. *Kompletní průvodce síťového experta*, s. 21.

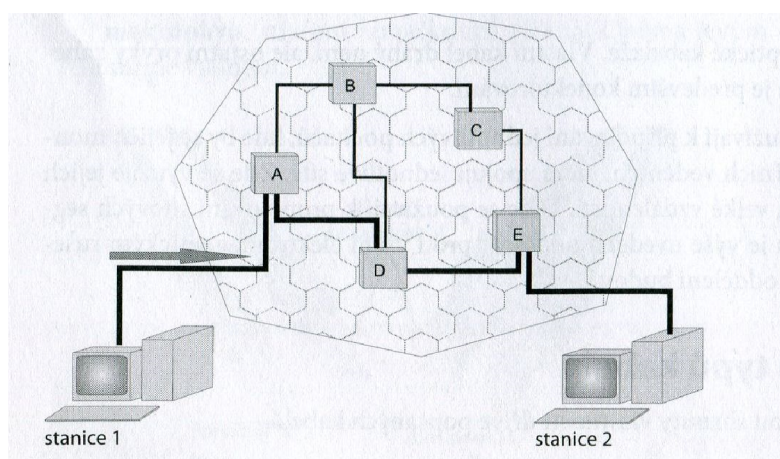
³ HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 22.



Obrázek 3: Spojový přenos dat. (Zdroj: HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 22)

- **Sítě nespojované** (*connectionless*)

Sítě bez navazování spojení pracují tak, že jsou přenášena data rozdělena na malé balíčky, tzv. pakety. Ty poté putují sítí k jednotlivým aktivním prvkům, které si přečtou cílovou adresu paketu a podle ní se rozhodnou, jakému dalšímu uzlu směrem k cíli paket pošlou. Každý paket tak může putovat svou vlastní cestou a dokonce se může stát, že jednotlivé pakety dorazí do cíle v jiném pořadí, než byly odeslány. Proto je zapotřebí větší množství aktivních prvků, které pakety pomocí filtrování a usměřňování přepojují (packet switching). V sítích LAN je tento způsob přenosu dat typický.⁴



Obrázek 4: Paketový přenos dat. (Zdroj: HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 23)

⁴ HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 23.

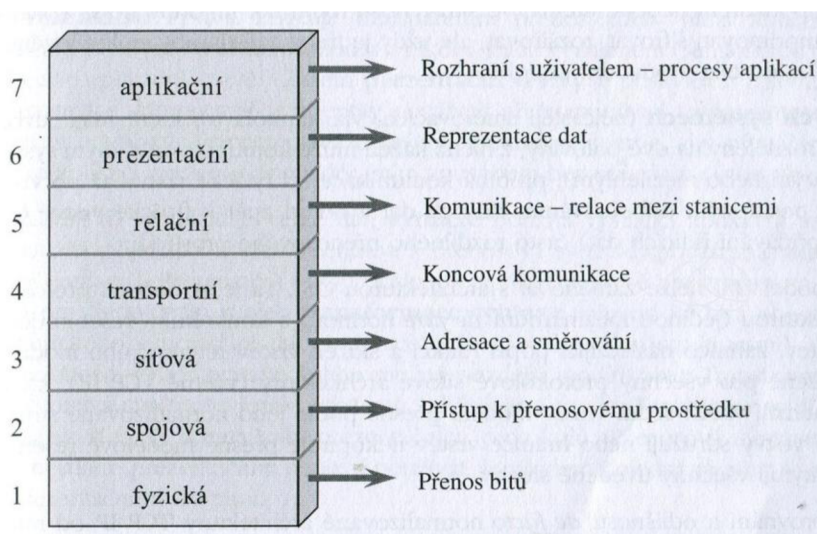
2.1.2 Referenční model ISO/OSI

Kvůli prvotním problémům s uzavřenými a nekompatibilními systémy vzešel požadavek na vytvoření jednotného standardu pro komunikaci v počítačových sítích. Tento standard, který vytvořila organizace ISO, se nazývá referenční model OSI (*open systems interconnection*).

Na základě referenčního modelu OSI vznikají normy, které zaručují propojení otevřených systémů a spolehlivou instalaci hardware od různých výrobců. Systémem se u referenčního modelu ISO myslí pouze síťové vybavení, tento model je proto důležitý zejména pro výrobce síťových komponentů.⁵

Vrstvový referenční model

Referenční model OSI rozděluje práci v síti do sedmi vrstev, které spolu vzájemně spolupracují, a specifikuje protokoly na jednotlivých vrstvách. Každá z těchto vrstev zastává jasně definované funkce, pomocí kterých komunikuje s jiným systémem. Hlavním principem je vertikální spolupráce mezi vrstvami, kdy vyšší vrstva převezme úkol od podřízené vrstvy, tento úkol zpracuje a dále předá nadřazené vrstvě.⁶



Obrázek 5: Funkce vrstev podle referenčního modelu OSI. (Zdroj: PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*, s. 51)

⁵ PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*, s. 42-43.

⁶ HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 24.

Fyzická vrstva

Je to nejnižší ležící vrstva referenčního modelu ISO/OSI, která zajišťuje fyzickou komunikaci dat mezi systémy. Fyzická vrstva nepoužívá žádnou adresaci, umožňuje přenos jednotlivých bitů komunikačním kanálem, a to bez ohledu na jejich význam. Účelem fyzické vrstvy je aktivace, udržování v aktivním stavu a deaktivace fyzických spojení určených pro přenos bitů nebo značek. Na této vrstvě pracují opakovací (repeater), rozbočovače (hub) a převodníky (convertor).

Linková (spojová) vrstva

Úkolem linkové vrstvy je zajištění bezchybného přenosu dat k uzlům v dosahu svého přenosového média. Na této vrstvě jsou data reprezentována takzvanými rámci, které pracují s fyzickými adresami síťových karet, tzv. MAC adresy. Na této vrstvě pracuje přepínač (switch), most (bridge).

Síťová vrstva

Hlavním úkolem síťové vrstvy je poskytnutí síťového spojení otevřeným systémům, které spolu chtějí komunikovat a přitom spolu nemusí přímo sousedit. Síťová vrstva s IP protokolem, který se v této vrstvě nachází, odpovídá za definování procesů a úkolů, které jsou požadované pro směrování paketů v sítích. K dalším funkcím síťové vrstvy patří adresování v síti a stanovení trasy mezi zdrojovými a cílovými uzly v sítích.⁷

2.1.3 Architektura TCP/IP

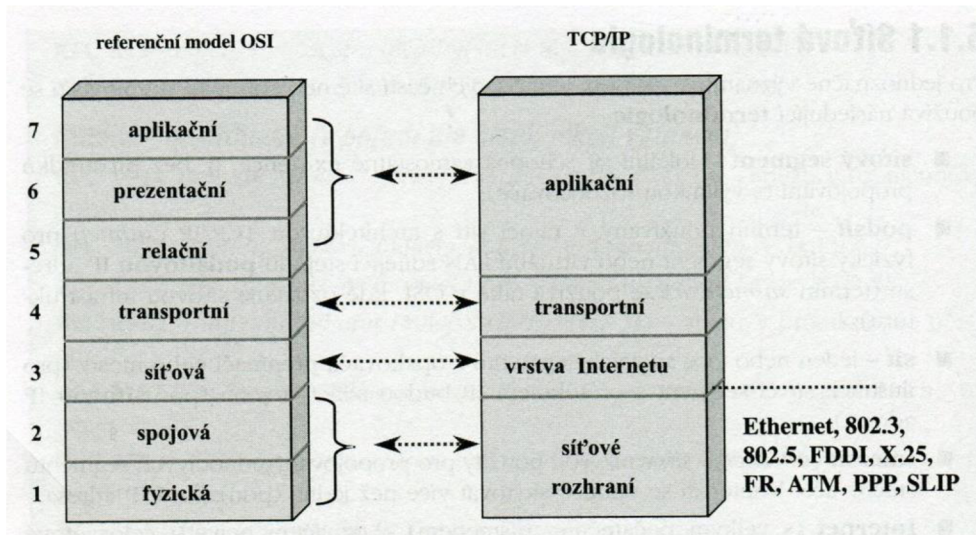
TCP/IP protokol je soubor protokolů, které propojují různorodé sítě od různých výrobců do jedné rozsáhlé sítě (Internet). Stejně jako u referenčního modelu OSI je síťová komunikace rozdělena do vrstev a výměna informací mezi jednotlivými vrstvami funguje na stejném principu. Na rozdíl od referenčního modelu OSI je však architektura TCP/IP rozdělena do čtyř vrstev:

- **vrstva síťové rozhraní** – je pro každou síť specifická v závislosti na implementaci. Zde obsažené protokoly doručují data jiným systémům na přímo

⁷ BIGELOW, S. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*, s. 92-93.

připojené síti. Hlavní funkcí je mapování IP adres na fyzické adresy dané sítě. Přenosové prostředí jsou např. Ethernet, 802.3, FDDI, ATM.

- **vrstva Internetu** (označuje se také síťová nebo mezisíťová vrstva) – zabezpečuje síťovou adresaci a předávání a směrování datagramů přes komunikační podsíť. Nachází se tu např. protokoly IP, ARP, RARP.
- **transportní vrstva** – umožňuje koncový přenos dat mezi dvěma stanicemi díky kontrolovaným spojením „spolehlivým protokolem“ TCP nebo nekontrolovaným spojením protokolem „nespolehlivým protokolem“ UDP.
- **aplikační vrstva** – vrstva aplikací a přenosů, nachází se zde to protokoly, které pro konkrétní uživatelské a administrativní aplikace využívají přenos dat po síti. Patří sem např. Telnet, HTTP, FTP, DNS.⁸



Obrázek 6: Porovnání architektury TCP/IP s referenčním modelem OSI. (Zdroj: PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační síť od A do Z*, s. 246)

Ethernet

Je to nejrozšířenější standard sítě LAN reprezentující v architektuře TCP/IP síťové rozhraní. Díky jednoduchosti protokolu, tím pádem i jednoduché instalaci a snadné údržbě sítě, jej využívá 90% všech lokálních sítí. Ethernet se využívá v několika verzích:

⁸ PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační síť od A do Z*, s. 245-249.

- **ETH - Ethernet** s přenosovou rychlostí 10 Mbit/s
- **FE - Fast Ethernet** s přenosovou rychlostí 100 Mbit/s
- **GE - Gigabit Ethernet** s přenosovou rychlostí 1 Gbit/s
- **10GE – 10 Gigabit Ethernet** s přenosovou rychlostí 10 Gbit/s⁹

2.1.4 Rozdělení sítí podle rozlehlosti

Sítě je možné dělit na základě několika hledisek. Jedním z hlavních hledisek klasifikace je rozlehlost.

Sítě LAN (*Local area networks*)

LAN označuje počítačovou síť, která je omezena na jedno lokální místo, spojující uzly v rámci jedné budovy do vzdálenosti několika desítek metrů. Využívá se v domácnostech a malých firmách.

Sítě MAN (*Metropolitan area networks*)

Je to síť, propojující lokální síť v městské zástavbě rozlohou do vzdálenosti desítek kilometrů.

Sítě WAN (*Wide area networks*)

Jsou to rozlehlé sítě, skládající se z více vzájemně propojených sítí LAN a MAN. Pro jejich propojení se využívají linky třetích stran v podobě zprostředkovatele.¹⁰

2.1.5 Topologie sítě

Topologii je možné chápat jako tvar nebo strukturu určité sítě. Topologie sítě popisuje způsob, jakým jsou stanice v síti propojeny. Je také prvkem síťového standardu a podstatně určuje výsledné vlastnosti sítě, jako je přenosová rychlost a přenosové prostředky. Topologie úzce souvisí s kabeláží.

Sběrníková topologie (*bus topology*)

Ke spojení stanice je použito průběžné vedení, od stanice ke stanici. Stanice jsou k vedení připojeny pomocí odbočovacích prvků, tzv. T-konektorů. K propojení této sítě

⁹ PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*, s. 87.

¹⁰ HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 10.

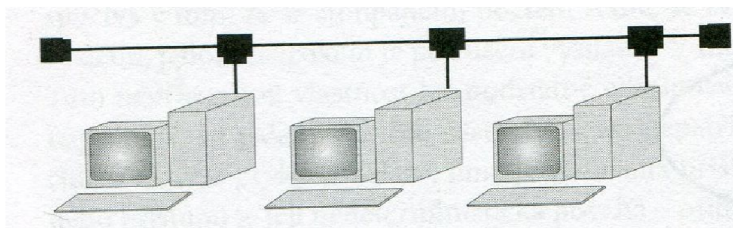
se používá především koaxiální kabel. V dnešní době se sběrnicová topologie využívá společně s kruhovou topologií hlavně v průmyslu a automatizaci.

Výhody:

- Nízká spotřeba kabeláže – nižší náklady na zřízení

Nevýhody:

- Vysoký počet spojů na kabeláži – značná příčina poruch
- Principiální nespolehlivost topologie – jakékoli přerušení sběrnice znamená havárii celé sítě
- Obtížná lokalizace poruchy
- Omezená vzdálenost a omezený počet připojených uzlů



Obrázek 7: Sběrnicová topologie. (Zdroj: HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 25)

Hvězdicová topologie (*star topology*)

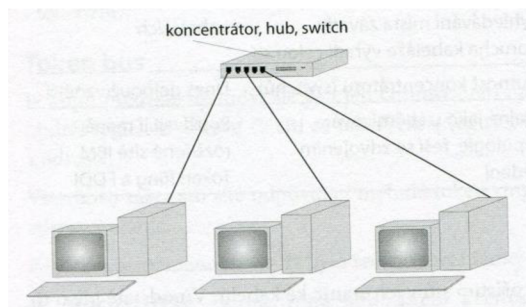
K zapojení sítě se používá pro každou stanicí vlastní kabel. Tyto kabely jsou pak soustředěny do jednoho místa, tzv. rozbočovače (v dnešní době se používá především přepínač – switch). V dnešní době patří k nejčastěji používané topologii jak ve firmách, tak i domácnostech.

Výhody:

- Nízká náchylnost k chybě
- Snadnější lokalizace poruchy

Nevýhody:

- Větší spotřeba kabeláže
- Nutnost switchů



Obrázek 8: Sběrníková topologie. (Zdroj: HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 25)

Kruhová topologie (*ring topology*)

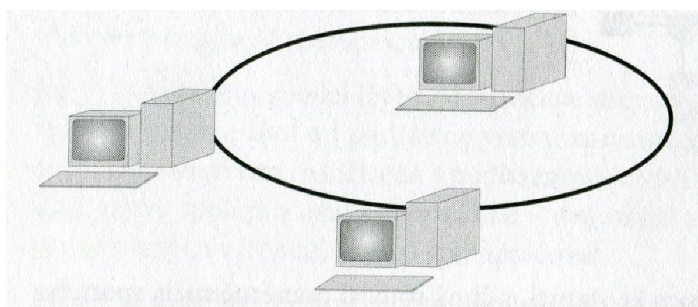
Vedení stanic vytváří souvislý kruh, což dovoluje použít metodu postupného předávání zpráv, tzv. tokenu. Zařízení jsou spojena pouze s předchozím a následujícím zařízením v síti, s ostatními uzly v síti probíhá komunikace nepřímou, přes ostatní připojené uzly. Každý uzel převezme zprávu od svého předchůdce, a pokud není sám adresátem, předá jí svému následovníkovi. Kruhová topologie se stále značně využívá v průmyslu a automatizaci.

Výhody:

- Pravidelné předávání zpráv v kruhu, nevnikají kolize
- Minimální zpoždění průchodnosti sítě

Nevýhody:

- Stejně jako u hvězdicové topologie – ovšem dá se řešit zdvojením vedení¹¹



Obrázek 9: Sběrníková topologie. (Zdroj: HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 26)

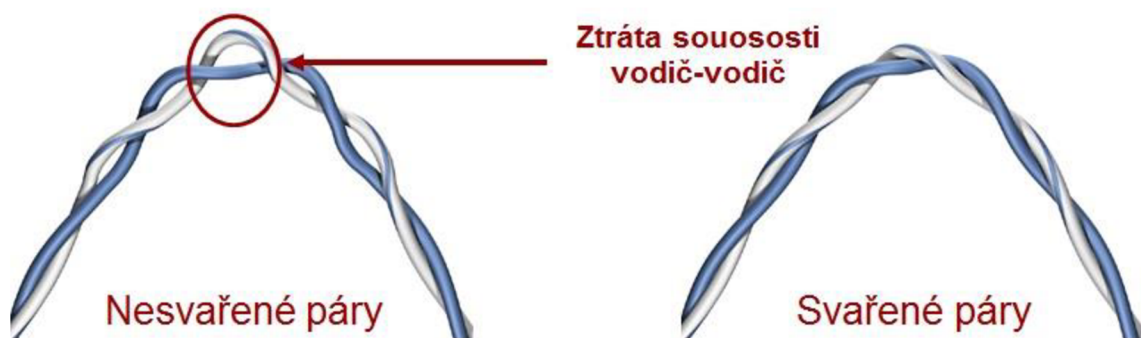
¹¹ HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 24-26.

2.2 Přenosová média

Přenosové médium slouží pro přenos signálů, který nese určitou informaci. Tento přenos může být realizován pomocí metalických vodičů, koaxiálním vodičem, optickými vlákny nebo bezdrátově, kdy přenosovým prostředím může být také vzduch.

2.2.1 Metalické kabely

Metalický kabel tvoří čtyři páry krouceného drátu, které jsou vyráběny především z kvalitní mědi. Pro svoje zakroucení dostal název kroucená dvojlinka (twisted pair), přestože je ve skutečnosti v jednom kabelu párů více. Vodiče kroucené dvojlinky jsou po celé své délce zkrouceny do sebe, a dále pak jsou zkrouceny i jednotlivé páry. Důvodem kroucení neboli twistování vodičů, je zajištění vyšší odolnosti proti interferenci s okolními vlivy. Pokud by došlo k narušení zkroucení důsledkem nevhodného pokládání kabelu, nebo jeho zapojení, může dojít ke zhoršení přenosových vlastností spoje. Z tohoto důvodu existují na trhu kabely, které mají jednotlivé vodiče v páru svařené k sobě a tím si zachovávají stabilní přenosové vlastnosti. Tento druh kabeláže je dle normy doporučen použít do 100 m délky a využívá se především v horizontální sekci strukturované kabeláže.¹²



Obrázek 10: Svařený – nesvařený pár. (Zdroj: JORDÁN, V. *Počítačové sítě – Strukturované kabelážní systémy – část 3. Přednáška*, s. 9)

¹² Svět sítí. *Metalické kabely pro horizontální a vertikální rozvody* [online]. 2001 [cit. 13-05.2013]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Metalicke-kabely-pro-horizontalni-a-vertikalni-rozvody-1942001>.

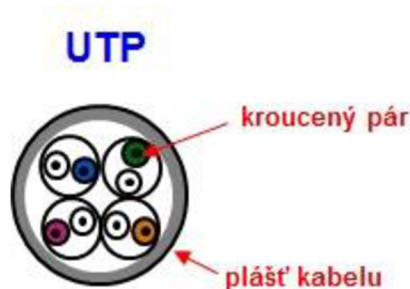
Rozdělení metalických kabelů dle typu

Metalické kabely se vyrábějí ve dvou typech:

- **Nestíněný kabel (UTP)**

Tento typ je světově nejpoužívanější kabel v síti LAN. Jednotlivé dráty jsou obaleny izolací a ty jsou v párech do sebe zakroucené. Tyto páry jsou bez jakéhokoli stínění vloženy do pláště kabelu, který může být vyroben z různých materiálů (viz níže Pláště kabelů). Tento typ kabelu je sice levnější, ovšem v prostředí s vyšší mírou rušení je méně odolný a jeho přenosové vlastnosti tím nejsou konstantní.

UTP – (*Unshielded Twisted Pair*) nestíněný párový kabel



Obrázek 11: UTP – nestíněný párový kabel. (Zdroj: ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 9)

- **Stíněný kabel (FTP, STP, ISTP)**

Pro prostředí s vyšší mírou rušení jsou určeny právě stíněné kabely. Jejich nevýhodou je zejména vyšší cena komponent, instalace i údržba. Neodborně provedený stíněný kabelážní systém může mít horší parametry, než nestíněný. Rozlišujeme tři typy kabelů:

FTP – (*Foil Shielded Twisted Pair*) folií stíněný párový kabel – 100% stínění

STP - (*Shielded Twisted Pair*) opletením stíněný párový kabel – max. 86% stínění

ISTP - (*Individually Shielded Twisted Pair*) folii stíněný každý pár kabelu a celý kabel je ještě stíněn opletením¹³

¹³ Zdroj: ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 9-10.



Obrázek 12: ISTP, STP a FTP – nestíněný párový kabel. (Zdroj: ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 9)

Kategorie a třídy metalických kabelů

Kategorie (*category*) je definovaná jako klasifikace materiálů pro linku a kanál (kategorie 3-7). Kritérium klasifikace je pro metalické kabely šířka pásma (MHz).

Třída (*class*) představuje klasifikaci kanálu jako celku (třídy A-F). Kritérium klasifikace třídy se shoduje s kritériem jako u kategorie, navíc je třeba brát v úvahu způsob instalace a technologie spojení prvků, které mohou klasifikaci ovlivnit.¹⁴

třída	kategorie	frekvenční rozsah	obvyklé použití
A	1	do 100 KHz	Analogový telefon
B	2	do 1 MHz	ISDN
C	3	do 16 MHz	Ethernet - 10 Mbit/s
-	4	do 20 MHz	Token-Ring
D	5	do 100 MHz	FE, ATM155, GE
E	6	do 250 MHz	ATM 1200
-	6A	do 500 MHz	10 GE
F	7	do 600 MHz	10 GE

Tabulka 5: Třídy použití sítě a kategorie komponent metalické kabeláže. (Zdroj: upraveno dle JORDÁN, V. *Jak na to?*)

Rozdělení metalických kabelů dle konstrukce vodiče

Metalické kabely dělíme podle konstrukce vodiče, které se vyrábějí ve dvou provedeních – drát a lanko. U konstrukce typu drát je vodič tvořen jádrem v jednodílném provedení. Tato konstrukce se využívá u horizontální sekce kabelážního systému pro zapojení do patch panelů a datových zásuvek. Konstrukce typu lanko je tvořena

¹⁴ ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 6- 7.

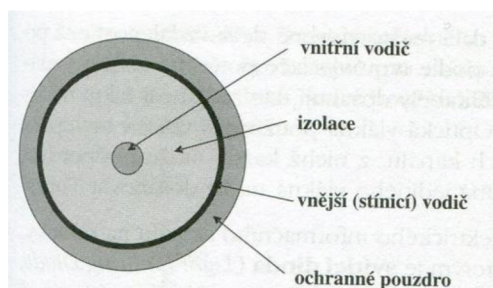
z několika tenkých drátů, které jsou vzájemně propojeny. Kabel s konstrukcí typu lanko se používá v pracovní sekci, kde se tento kabel správně nazývá propojovací patch kabel.

Pláště kabelů

Důležité je myslet na to v jakých podmínkách nebo v jakém prostředí budou kabely použity. Dle toho je možné si vybrat z různých typů plášťů, které se liší dle použitých materiálů. Nejběžněji se používá plášť z PVC, jehož nevýhoda je, že v případě vznícení vytváří hustý dým a uvolňuje velké množství jedovatých plynů. Proto jsou k dispozici speciální materiály, ze kterých jsou pláště vyrobeny. Tyto materiály umožňují kupříkladu odolávat vysokým teplotám, UV záření, chemikáliím, některé mohou být nehořlavé. Například plášť typu LSZH (*low smoke zero halogen*) při hoření nevytváří jedovatý halogen.¹⁵

2.2.2 Koaxiální kabely

Jedná se o asymetrický elektrický kabel, který je tvořen dvěma vodiči s odlišnými funkcemi. Po vnitřním, většinou měděném, vodiči se přenáší signály. Vnější zastává funkci stínění. Vodiče jsou od sebe navzájem odděleny izolačním materiálem. Koaxiální kabel má větší odolnost proti elektromagnetickému rušení než kabel metalický, nechrání však dostatečně dobře proti magnetickému rušení. V současné době se koaxiální kabel pro propojení počítačové sítě nepoužívá, své využití má však nadále v oblasti televizní a satelitní techniky.¹⁶



Obrázek 13: Koaxiální kabel. (Zdroj: PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*, s. 25)

¹⁵ Variant Plus. *Strukturovaný kabelážní systém - příručka* [online]. [cit. 10-05-2013]. Dostupné z: <http://www.variant.cz>.

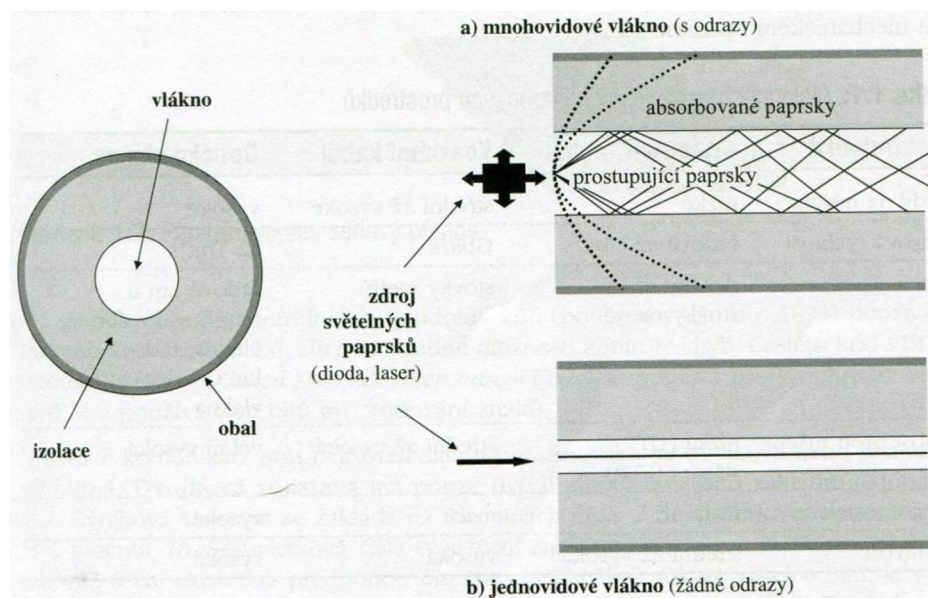
¹⁶ PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*, s. 24.

2.2.3 Optické kabely

Optické kabely mají odlišný princip přenosu signálu než metalické kabely. Využívají možnost přenosu dat světelnými impulsy ve světlovodivých optických vláknech místo elektrických signálů v kovových vodičích. Díky jedinečným přenosovým vlastnostem se optické kabely využívají pro vysokorychlostní sítě na dlouhé vzdálenosti a jsou vhodné i do prostředí s velkým rušením. Hlavní uplatnění nalézají v propojení páteřních sítí. V poslední době se v důsledku zlevnění tato technologie začala používat i v lokálních sítích.

Hlavní výhody optické kabeláže:

- optické vlákno nevyzařuje žádné elektromagnetické záření
- odolnost proti elektromagnetickému rušení, možnost instalace se silnoproudou kabeláží
- není možné odposlouchávat signál na vláknech
- vysoká přenosová rychlost a velká šířka přenosového pásma
- vysoká životnost¹⁷



Obrázek 14: Průřez optickým kabelem. (Zdroj: PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*, s. 27)

¹⁷ Variant Plus. *Strukturovaný kabelážní systém - optická kabeláž - příručka* [online]. [cit. 10-05-2013]. Dostupné z: <http://www.variant.cz>.

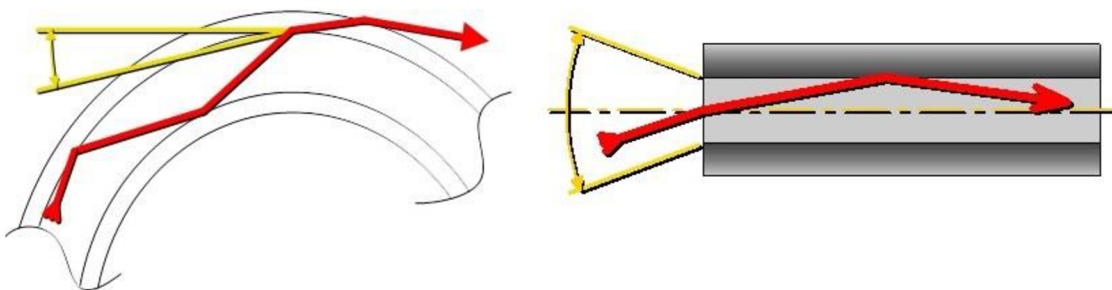
Princip a vedení světla ve vlákně

Hlavní princip přenosu světla optickými vlákny je postaven na fyzikálním zákoně lomu světla, který říká, že úhel odrazu se rovná úhlu dopadu. Paprsek světla se při přechodu z jednoho prostředí do druhého ohýbá. Jádro a odrazová vrstva jsou dvě prostředí s odlišným indexem lomu, na jejichž rozhraní vzniká odraz světelného paprsku.¹⁸



Obrázek 15: Princip vedení světla ve vlákně. (Zdroj: ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 19)

Při instalaci optické kabeláže je potřebné myslet na tzv. „kritický úhel“, což znamená, že od určitého úhlu dopadu se světlo neodrazí, ale projde do odrazové vrstvy. A proto je potřeba zajistit, aby paprsek vstupoval do vlákna pod menším úhlem, než je kritický úhel.¹⁹



Obrázek 16: Kritický úhel a optimální úhel dopadu. (Zdroj: ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 20)

2.2.4 Bezdrátové přenosy

Alternativou k pevným sítím jsou sítě bezdrátové. Signál se přenáší elektromagnetickým vlněním, kdy přenosovým médiem je vzduch. Hlavní výhodou

¹⁸ ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 19.

¹⁹ ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Reálná přenosová prostředí*. Přednáška, s. 20.

bezdrátových sítí je to, že k provozu není potřeba kabeláž. To umožňuje vytvořit počítačovou síť i v místech, kde není možné z hlediska stavebních úprav zabudovat strukturovanou kabeláž. Mezi nevýhody bezdrátové sítě patří hlavně její spolehlivost a bezpečnost. Dále pak tyto sítě nedosahují takových rychlostí přenosu, jako u sítí klasických.²⁰

2.3 Kabelážní systém

Kabelážní systém je ucelený soubor pravidel pro tvorbu pasivní vrstvy počítačové sítě. Tyto pravidla jsou zpřesňovány platnou legislativou (zákony, normy), pokyny výrobců použitých prvků kabeláže a doporučeními mezinárodních organizací.

2.3.1 Normy

Pro návrh kabelážního systému je nezbytné dodržovat pravidla, která jsou definovaná v normách. Níže uvádím nejdůležitější normy, které se vztahují ke kabelážnímu systému.

ČSN EN 50173-1 - Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky

Norma specifikuje všeobecná pravidla pro návrh a realizaci univerzálního kabelážního systému. Obsahuje požadavky na vlastnosti přenosových kanálů pro všechny kabelážní média (symetrická, koaxiální a optická), parametry prvků pro podporu těchto kanálů, podmínky pro klasifikaci prostředí. Upřesňuje systém tvorby zkratk a značení kabeláže.²¹

ČSN EN 50173-2 - Univerzální kabelážní systémy - Část 2: Kancelářské prostory

Tato norma navazuje na normu ČSN EN 50173-1. Zaměřuje se na řešení ve specifických podmínkách v kancelářském prostředí.²²

ČSN EN 50174-1 – Informační technika - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality

²⁰ HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*, s. 52-53.

²¹ ČSN EN 50173-1.

²² ČSN EN 50173-2.

Norma definuje pravidla pro instalaci kabelových rozvodů informačních technologií s přihlédnutím na provoz a údržbu, které zahrnují přípravu specifikace, zabezpečení kvality, zpracování dokumentace a zajištění správy kabeláže.²³

ČSN EN 50174-2 - Informační technika - Kabelové rozvody - Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách

Norma specifikuje základní požadavky na plánování, zavádění a provoz kabelových rozvodů informační techniky za použití symetrických měděných kabelových rozvodů a kabelových rozvodů s optickými vlákny.²⁴

2.3.2 Univerzální kabelážní systém

Univerzální kabelážní systém je definován jako stejnorodá, hierarchicky uspořádaná a univerzálně využitelná struktura.

Stejnorodost znamená, že celá infrastruktura sítě je tvořena přenosovým médii jednoho typu, tj. kabelem. Univerzální kabelážní systém musí být dostatečně hierarchicky strukturován, čímž vznikne redundantní systému. Znamená to, že jednotlivé části systému jsou na sobě nezávislé a v případě poruchy jednoho systému nedojde k výpadku celé sítě nebo jiného systému. Proto se struktura kabeláže rozčleňuje na primární, sekundární a terciární s hvězdicovou topologií. Aby byl kabelážní systém univerzální, musí být nezávislý na použitém hardwaru, softwaru nebo přenosovém protokolu.

Díky výše uvedeným aspektům představuje univerzální kabelážní systém nadčasově řešení informační a telekomunikační infrastruktury každé organizace. Nadčasovost univerzálního kabelážního systému znamená praktickou možnost dalšího rozšiřování, integrace nebo opravu určité části struktury (subsystému) bez omezení chodu celé sítě.

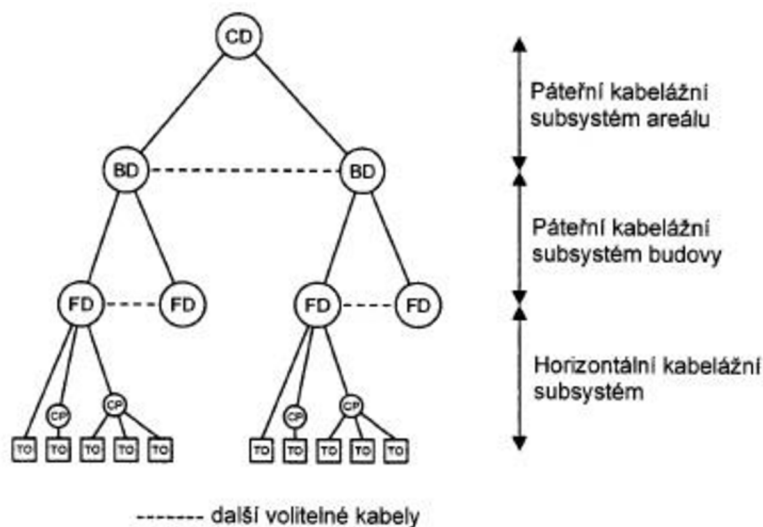
Z důvodu rychlého vývoje informačních technologií je nutné brát ohled na rozdílnou fyzickou a funkční životnost.²⁵ „Zabezpečit nadčasovost kabelážního systému

²³ ČSN EN 50174-1.

²⁴ ČSN EN 50174-2.

²⁵ ElektriKa.cz. *Strukturovaná kabeláž = kabelážní struktura* [online]. 1998-2013 [cit. 15-05-2013] Dostupné z: <http://elektriKa.cz/data/clanky/strukturovana-kabelaz-kabelazni-struktura>.

znamená, že kvalitativní parametry přenosového média a spojovacího hardwaru musí umožňovat přechod k vyšším přenosovým rychlostem (10 Gbit/s, FTTx a ATM apod.) za současného dodržování požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu.²⁶



Obrázek 17: Hierarchická struktura univerzální kabeláže. (Zdroj: Norma ČSN EN 50173-1, s. 30)

2.3.3 Základní pojmy

Telekomunikace (Telecommunication)

Technický obor, zabývající se přenosem informace libovolné povahy po přenosovém médiu.

Telekomunikační místnost (TC – *Telecommunication Closet*)

Je to uzavřená místnost sloužící k umístění rozvaděčů kabeláže. Tato místnost by měla splňovat určité požadavky, jako jsou zabezpečení proti přístupu do místnosti, teplotní stálost, protipožární zabezpečení apod.

Místnost pro zařízení (ER – *Equipment Room*)

Místnost sloužící pro umístění zařízení sítě, jako jsou servery, datová úložiště apod.

Pracovní oblast (WA – *Work Area*)

Je to místo, kde pracovníci přicházejí do styku s telekomunikačním koncovým zařízením.

²⁶ Elekrika.cz. *Strukturovaná kabeláž = kabelážní struktura* [online]. 1998-2013 [cit. 15-05-2013] Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/strukturovana-kabelaz-kabelazni-struktura>.

Telekomunikační vývod (TO – *Telecommunication Outlet*)

Pevný přípojný bod, který tvoří rozhraní mezi zařízením uživatele a vlastní kabeláží budovy.

Rozvaděč (*Cross-connect*)

Technické zařízení ve formě skříně nebo rámu, obsahující patch panel se zásuvkami, do kterých je ukončena kabeláž. Také jsou v rozvaděči umístěny aktivní prvky.

- Hlavní rozvaděč (MC – *Main Cross-Connect*)
- Rozvaděč horizontální sekce (HC – *Horizontal Cross-Connect*)
- Mezilehlý rozvaděč (IC – *Intermediate Cross-Connect*)

Přepojovací panel (*Patch Panel*)

Slouží k ukončení kabelů v rozvaděči, usnadňuje správu sítě při přemísťování nebo změnách.

Rozvodný uzel (*Distributor*)

Je to místo, do kterého se sbíhají jednotlivé kabely, je tvořeno souborem prvků, jako jsou patch panely nebo propojovací kabely. Tyto prvky slouží k vzájemnému propojení kabelů.

Páteřní kabel

Je kabel spojující rozvodný uzel budovy s rozvodným uzlem podlaží. Tyto kabely mohou také propojovat rozvodné uzly podlaží v té samé budově.

Horizontální kabel

Jedná se o kabel, který spojuje rozvodný uzel podlaží s telekomunikačním vývodem nebo konsolidačním bodem.

Konsolidační bod

Je to spojovací bod v horizontální sekci mezi rozvodným uzlem podlaží a telekomunikačním vývodem.

Koncové zařízení (*Terminal Equipment*)

Zařízení pro specifické aplikace umístěné v pracovním prostoru.²⁷

²⁷ ČSN EN 50173-1, s. 22-26.

2.3.4 Prvky kabelážního systému

Proto, aby kabelážní systém mohl plnit svojí funkci, tak kromě samotných kabelů obsahuje ještě další skupiny prvků, které slouží ke spojování, organizaci, vedení a značení kabeláže.

Prvky vedení (*Route*)

Jedná se o prvky sloužící k ochraně i vedení kabelů a kabelových svazků. Mezi tyto prvky patří např. lišty, parapetní žlaby, drátěné rošty, ohebné trubky apod. Při instalaci je důležité dbát na dodržení norem, které definují např. poloměr ohybu kabelů, vstupní body k trasám, nebo také možnost samotného umístění tras. Pokud se při instalaci nedodrží postupy definované v normách, může to nepříznivý vliv na přenosové vlastnosti celého kabelážního systému.²⁸

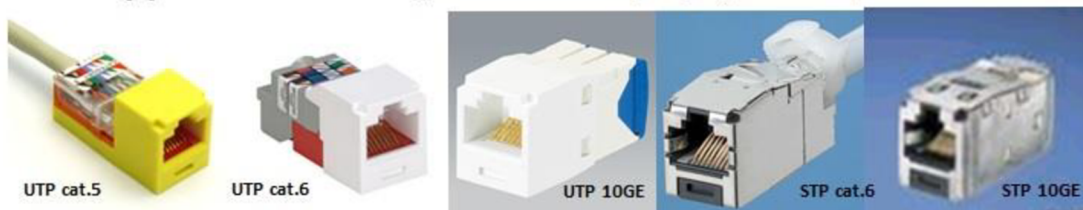
Prvky konektivity (*Connect*)

Do této skupiny patří všechny prvky, které slouží k zakončení kabeláže, mezi které patří konektory, datové zásuvky, přepojovací panely. Datové zásuvky i přepojovací panely se dle konstrukce dělí na integrované a modulární. Integrované prvky v sobě již obsahují datové moduly, do kterých se zapojuje kabel. Zatím co modulární prvky jsou jen držáky, do kterých je možno datové moduly zakomponovat. Výhoda modulárních prvků tkví v tom, že je možno je osadit různými datovými moduly a v neposlední řadě je k dispozici široká škála designového provedení.²⁹ Veškeré rozdělení prvků konektivity pro metalické kabely můžete vidět na Obrázku 18.

²⁸ ČSN EN 50174-1, s. 20.

²⁹ ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Kabelážní systémy*. Přednáška, s. 28-33.

Moduly pro osazení datových zásuvek a přepojovacích panelů:



Datové zásuvky:



Přepojovací panely:



Konektory:

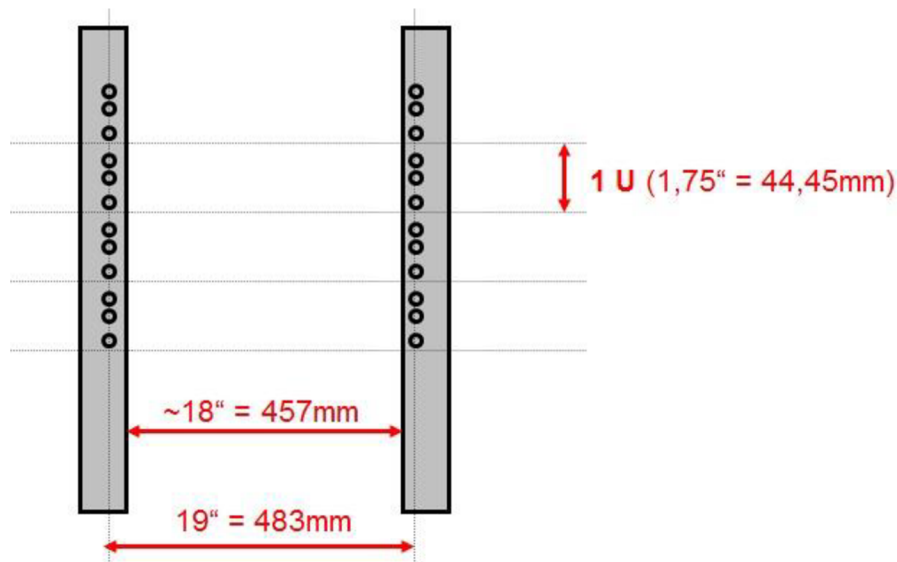


Obrázek 18: Prvky konektivity pro metalické kabely. (Zdroj: vlastní zpracování)

Prvky organizace (*Manage*)

Mezi prvky organizace patří datové rozvaděče a organizéry kabeláže.

- **Datové rozvaděče** slouží k uspořádání a umístění prvků a zařízení, jako jsou patch panely, switche, servery, apod. Je tvořen dvěma svislými nosníky s otvory pro umístění výše uvedených prvků a zařízení. Otvory jsou členěny na jednotky ($U = Unit$), přičemž $1U = 44,45 \text{ mm}$, viz Obrázek 19.



Obrázek 19: Datový rozvaděč – nosníky. (Zdroj: ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Kabelážní systémy*. Přednáška, s. 35)

- **Organizéry kabeláže** slouží k uspořádání kabelů v rozvaděči, dělí se na horizontální a vertikální.³⁰

Prvky značení (*Identify*)

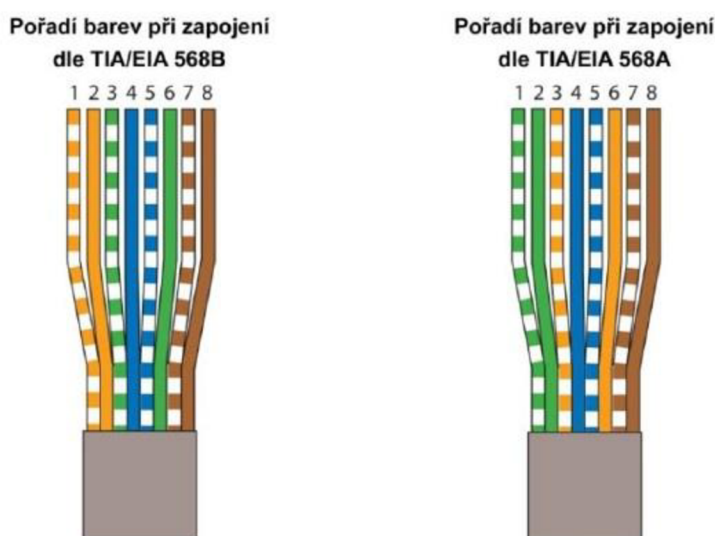
Značení prvků kabelážního systému je důležité pro jejich jednoznačnou identifikaci, jak při instalaci, tak i v provozu. Značení musí být tedy dostatečně jednoznačné, systematické a logické. Podle normy EIA/TIA 606 musí být značeny následující prvky strukturované kabeláže:

- Všechny kabely na obou koncích
- Kabelové svazky na jejich koncích a v místech větvení a křížení
- Patch panely a jejich jednotlivé porty
- Aktivní prvky a jejich porty
- Datové zásuvky a jejich jednotlivé porty
- Rozvaděče
- Technické místnosti

³⁰ ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Kabelážní systémy*. Přednáška, s. 34-36.

2.3.5 Zapojení datového kabelu

Normy TIA/EIA T568A a T568B definují dva základní typy zapojení kabelu. V rámci instalace celé kabeláže se musí dodržovat jeden typ zapojení, jak na straně datových zásuvek, tak i v patch panelu. Pokud se na jednom konci datového vodiče použije zapojení T568A a na druhém konci zapojení T568B, dochází k vytvoření kříženého zapojení. Toto zapojení se realizuje v pracovní sekci (propojovací kabely), přičemž kabel je zpravidla červené barvy (křížený propojovací kabel – *Cross Patch Cord*). V horizontálním datovém kabelu se z hlediska strukturované kabeláže křížené zapojení neprovádí, používá se tedy zapojení 1:1.³¹

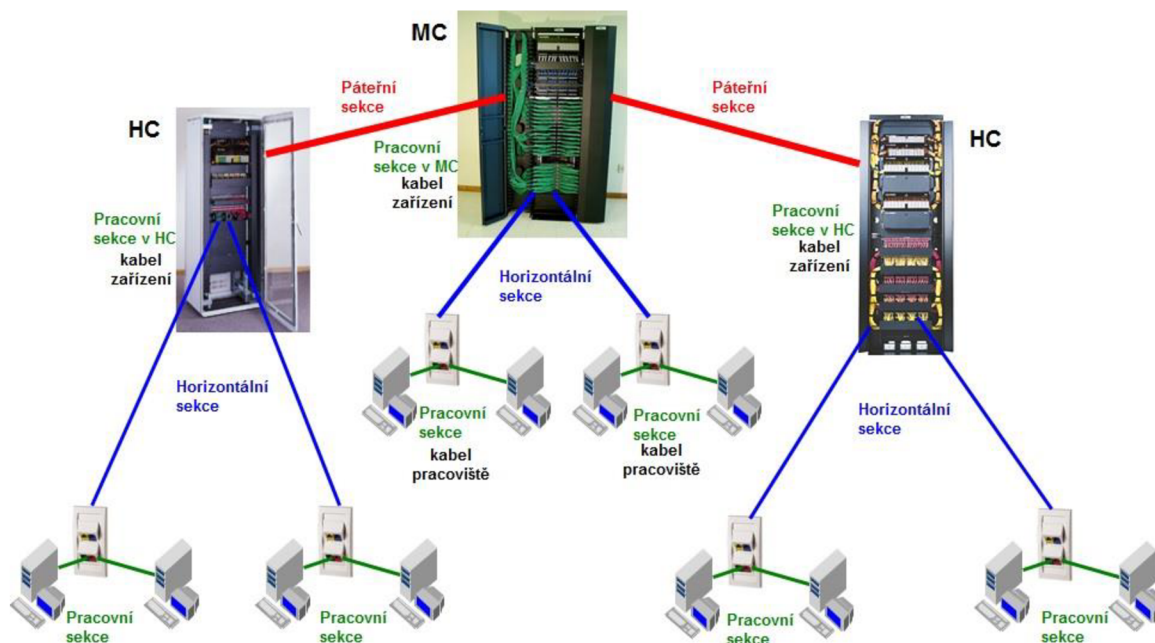


Obrázek 20: Pořadí barev zapojení dle norem. (Zdroj: Variant Plus. *Strukturovaný kabelážní systém - příručka* [online]. Dostupné z: <http://www.variant.cz>)

2.3.6 Sekce kabelážního systému

Univerzální kabelážní systém můžeme rozdělit do tří základních sekcí, na které se vztahují určitá pravidla obsažená v normách. Obrázek 21 ilustrativně zobrazuje rozdělení jednotlivých sekcí kabelážního systému.

³¹ Variant Plus. *Strukturovaný kabelážní systém - příručka* [online]. [cit. 16-05-2013]. Dostupné z: <http://www.variant.cz>.



Obrázek 21: Sekce kabelážního systému. (Zdroj: upraveno dle JORDÁN, V. *Počítačové sítě – Strukturované kabelážní systémy – část 2.. Přednáška, s. 12*)

Páteřní sekce

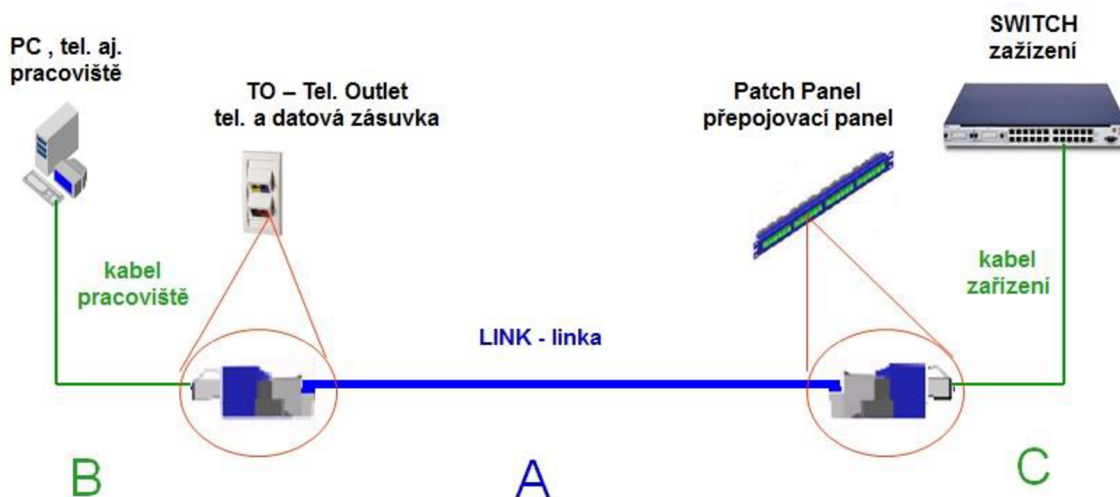
Páteřní sekce mezi sebou propojuje jednotlivé rozvodné uzly buď to v rámci budovy, např. mezi jednotlivými patry, nebo v rámci areálu, kde jsou mezi sebou propojeny jednotlivé budovy. Tedy páteřní sekce dělíme na páteřní sekci areálu a páteřní sekci budovy. V současnosti se pro rozvody v páteřní sekci užívají hlavně optické kabely.

Horizontální sekce

Horizontální sekce vede od rozvodného uzlu až po telekomunikační vývody, které k rozvodnému uzlu připojeny. Telekomunikační vývod tvoří datové zásuvky, do kterých jsou připojeny koncové zařízení, a nebo je tvořen konsolidačními body, které shromažďují více přípojných bodů v jednom místě. Ty jsou dále propojeny do datových zásuvek. Trasa mezi přepojovacím panelem a datovou zásuvkou se nazývá linka, viz Obrázek 22, ozn. A. Nejběžněji je horizontální sekce tvořena metalickými kabely a používá se kabel typu drát. Ideální je použít na obou stranách kabelu stejný typ zakončovacího modulu se stejnou zářezovou technologií. Délka kabelu linky nesmí přesáhnout 90 metrů.

Pracovní sekce

Pracovní sekce je tvořena na straně datového rozvaděče přepojovacími kabely a na straně datové zásuvky připojovacími kabely (patch cord). Tyto kabely jsou tvořeny kabelem typu lanko. Pracovní sekce prodlužuje linku horizontální sekce. Celá tato trasa se nazývá kanál (viz Obrázek 22, ozn. A+B+C), jeho délka může mít maximálně 100 metrů.³²



Obrázek 22: Kanál a linka. (Zdroj: upraveno dle ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Kabelážní systémy*. Přednáška, s. 4-5)

2.4 Aktivní prvky

Aktivními prvky se myslí všechna zařízení, která jsou schopná působit na přenášené signály, tedy můžou je zesilovat či určovat jejich směr. V této části se zaměřím pouze na ty, se kterými pak budu dále v návrhu pracovat.

2.4.1 Switche

Pojem Switch (neboli přepínač) je používán pro širokou škálu prvků, jedná se o zařízení, které spojuje dvě sítě na jedné nebo více vrstvách síťového modelu OSI (druhá až sedmá vrstva). Mají za úkol číst procházející pakety a propouštět je jenom do portu, ve kterém se nachází adresa určení. Switch přepíná pakety mezi dvěma porty

³² ONDRÁK, V. *Počítačové sítě – Kabelážní systémy*. Přednáška, s. 23-26. Viz taktéž ČSN EN 50173-1, s. 30-31.

(propouští pakety mezi vysílající a přijímací stanicí) a komunikace může zároveň probíhat mezi vícerymi dvojicemi portů.

Při výběru switche je důležité zvážit účel použití a dle něho vybrat switch s vhodnými vlastnosti. Tyto vlastnosti se odvíjí od počtu portů, rychlosti přenosu mezi porty, možnost PoE (*Power of Ethernet*), možnost vzdálené administrace nebo vzájemného propojení switchů (stohování) atd. Dle způsobu montáže se může jednat o switch volně stojící, nebo může být zapojen do rozvaděče.³³

2.4.2 Routery

Router (neboli směrovač) je zařízení v síti, které propojuje alespoň dvě různé sítě. Jedná se o zařízení pracující primárně na třetí vrstvě modelu ISO/OSI. Základní funkce směrovačů je rozdělovat kolizní domény, filtrovat a blokovat všesměrové vysílání a zajišťovat vhodnou trasu pro směrování paketů k cíli. Směrovače operují na dvou oddělených úrovních: řídicí a doručovací úroveň. Řídicí úroveň rozhoduje o portu, přes který budou pakety odeslány k cíli. Doručovací úroveň se stará o příjem paketů jejich a odeslání prostřednictvím vybraného rozhraní. Společným úkolem obou úrovní je vybrat porty a odeslat data na správné rozhraní.³⁴

³³ SOSINSKY, B. *Mistrovství – počítačové sítě*, s. 202-204.

³⁴ Tamtéž, s. 207-210.

3 Návrhové řešení

V této části práce se na základě analýzy současného stavu a znalostí z teoretické části budu zabývat samotným návrhem univerzálního kabelážního systému komerční budovy.

3.1 Výběr kategorie

V dnešní době se ve většině projektů kabelážního systému stále používá kabeláž kategorie 5e pro svoji dostačující rychlost přenosu v síti 1 Gbit/s, zavedené způsoby instalace, levnější a širší škálu dostupných komponentů. Na druhou stranu tato kategorie již neumožňuje přechod na vyšší přenosovou rychlost, která může být do budoucna standardem. V současné době již nejsme tolik limitováni při výběru komponent vyšších kategorií. Na základě těchto skutečností a požadavků investora, který do budoucna nad možností přechodu na vyšší přenosovou rychlost uvažuje z hlediska zefektivnění práce, jsem se rozhodl pro návrh kabelážního systému v kategorii 6. Samozřejmě jsme si s investorem vědomi, že vstupní investice bude vyšší, než by byla u kategorie 5e.

Vzhledem k tomu, že si investor přeje minimum stavebních úprav, jsem se rozhodl pro vedení kabelážních tras v rámci pater s využitím parapetních kanálů a instalačních lišt. Tento způsob vedení trasy podporuje výběr kabeláže kategorie 6, u které je v rámci instalace povoleno pouze pokládání kabelu, nikoliv jejich protahování na delší vzdálenosti.

3.2 Výběr komponent a instalačního materiálu

V této podkapitole se zaměřím na výběr jednotlivých komponent, se kterými poté budu v podrobném návrhu řešení pracovat. V rámci omezeného rozpočtu investora jsem si nemohl dovolit zvolit komplexní kabelážní systém Integrity – Belden + Panduit. Proto jsem hledal levnější variantu a rozhodl se na základě doporučení a kvality pro kabeláž a pasivní prvky od firmy Solarix.

3.2.1 Kabeláž

Jak jsem už zmínil výše, vybral jsem kabeláž od firmy Solarix, kategorie 6. Bral jsem ohled na bezpečnost, a proto jsem zvolil plášť typu LSOH. Veškerá kabeláž v budově bude nestíněná. Navrženou kabeláž shrnuji v následující tabulce 6.

Název	Varianta	Cena bez DPH / ks	Počet
Inst. kabel Solarix CAT6 UTP LSOH 500m/špulka	SXKD-6-UTP-LSOH	4 750,00 Kč	4
Patch kabel CAT6 UTP PVC 0,5m	C6-155GY-0,5MB	29,00 Kč	120
Patch kabel CAT6 UTP PVC 1m	C6-155GY-1MB	37,00 Kč	50
Patch kabel CAT6 UTP PVC 2m	C6-155GY-2MB	46,00 Kč	50
Cena celkem		26 630,00 Kč	

Tabulka 6: Nákup – kabeláž. (Zdroj: vlastní zpracování)

3.2.2 Datové zásuvky

V celé budově vybírám datové zásuvky jednotného designu v bílém barevném provedení od firmy Solarix osazené o moduly kategorie 6. Tato zásuvka je vhodná pro instalaci jak na omítku, tak i parapetní žlab. Jedná se o jedno a dvou zásuvky.



Obrázek 23: Datové zásuvky Solarix. (Zdroj: Intelek.cz [online]. Dostupné z: <http://www.intelek.cz>)

Název	Varianta	Cena bez DPH / ks	Počet
Zásuvka Solarix CAT6 UTP 2 x RJ45	SX9-2-6-UTP-WH	126,00 Kč	62
Zásuvka Solarix CAT6 UTP 1 x RJ45	SX9-1-6-UTP-WH	110,00 Kč	4
Cena celkem		8 252,00 Kč	

Tabulka 7: Nákup – datové zásuvky. (Zdroj: vlastní zpracování)

3.2.3 Patch panely

Volím integrované patch panely od firmy Solarix velikosti 1U, které jsou osazené 24 moduly kategorie 6. Důležitou součástí těla panelu je i vyvazovací lišta, sloužící k organizaci kabelů.



Obrázek 24: Patch panel Solarix. (Zdroj: Intelek.cz [online]. Dostupné z: <http://www.intelek.cz>)

Název	Varianta	Cena bez DPH / ks	Počet
Patch panel Solarix 24 x RJ45 CAT6 UTP s vyvazovací lištou černý 1U	SX24L-6-UTP-BK	1 422,00 Kč	6
Cena celkem		8 532,00 Kč	

Tabulka 8: Nákup – patch panely. (Zdroj: vlastní zpracování)

3.2.4 Datový rozvaděč

Rozhodl jsem se pro 19“ skládaný datový rozvaděč značky Conteg, typu mSEVEN velikosti 42U s rozměry 600x1000 mm a nosností 400 kg. Datový rozvaděč se bude nacházet v podsklepené části budovy, a proto bylo hlavním kritériem výběru možnost složení na místě určení. Pro lepší odvětrávání bude k rozvaděči instalována ventilační jednotka Conteg se 4 ventilátory.

Název	Varianta	Cena bez DPH / ks	Počet
19" stojanový rozvaděč skládaný Conteg 42U 600x1000 mSEVEN RAL 7035	RM7-42-60/100-B	15 082,00 Kč	1
Ventilační jednotka Conteg s termostatem - 4x ventilátor RAL 9005	DP-VEN-04-H	4 593,00 Kč	1
Optická vana Conteg 19" 1U výsuvná RAL 9005	ORVM-01-H	1 376,00 Kč	1
Cena celkem		21 051,00 Kč	

Tabulka 9: Nákup – datový rozvaděč a příslušenství. (Zdroj: vlastní zpracování)

3.2.5 Instalační materiál

Nejdůležitějším prvkem instalačního materiálu jsou parapetní kanály, které budou instalovány ve všech patrech budovy. Vybral jsem kanály s elegantním vzhledem od firmy Kopos s rozměry 140x70 mm, které mají uvnitř možnost vložení příčky pro mechanické oddělení prostoru. Možnosti instalace a technické parametry naleznete na Obrázku 25.

Veškerý použitý instalační materiál jsem shrnul v tabulce 10.

Název	Cena bez DPH / ks	Počet
Kopos parapetní žlab PK 140x70 D (m)	130,55 Kč	120
kryt koncový PK 140x70 D 8461	70,83 Kč	11
kryt spojovací PK 170x70 D 8462	70,83 Kč	60
kryt rohový vnitřní - PK 170x70 D 8465	121,20 Kč	22
kryt rohový vnější - PK 170x70 D 8466	121,20 Kč	3
kryt průchodkový PK 170x70 D 8467	52,33 Kč	6
Přístrojová podložka - jednonásobná 8440-11	19,21 Kč	50
Přístrojová podložka - dvojnásobná 8440-12	24,67 Kč	4
PŘÍSTROJOVÁ KRABICE PRO KANÁLY PK	27,58 Kč	58
Kopos lišta vkladací LV40/15 (m)	30,75 Kč	24
Kryt LV 40X15 koncový 8711	9,43 Kč	4
Kryt LV 40x15 roh.vněj. 8712/2	11,50 Kč	2
Kryt LV 40x15 roh vnitř.8713/2	11,50 Kč	2
Kryt LV 40x15 ohybový 8716	11,50 Kč	2
Kryt LV 40x15 odbočný 8715	11,50 Kč	2
Kopoflex chránička KF 09090 BA (m)	34,48 Kč	14
Kopoflex chránička KF 09063 BA (m)	26,00 Kč	6
Super Monoflex 1232 L25 (m)	10,86 Kč	50
Krabice přístrojová lištová LK 80/1	17,20 Kč	8
Cena celkem	28 746,57 Kč	

Tabulka 10: Nákup – instalační materiál. (Zdroj: vlastní zpracování)

PK 140X70 D
rozměr: 140 x 70 mm
délka: 2 m
vnitřní plocha: 7200 mm²
balení / hmotnost bal.: 6 m / 9,8 kg

75 x 71 x 60 mm

Množství vložených kabelů

umístění	sdělovací kabely		plně využití kanálů, bez krabic	
	A 6 mm	A 9,5 mm	sdělovací kabely A 6 mm	silové kabely A 9,5 mm
PK 140x70 D nahore	15 ks	5 ks	130 ks	50 ks
uprostřed (SK 40X33)	16 ks	9 ks		
dole	20 ks	10 ks		

Množství kabelů je nutné volit dle požadavků norem na oteplení a zatížení vodičů. V tabulce je počítáno s využitím 60 % vnitřního průřezu kanálů.

Obrázek 25: Kopos parapetní kanál PK 140x70 D – technické parametry pro instalaci. (Zdroj: upraveno dle Kopos Kolín a.s. *Parapetní kanály*. Dostupné z: <http://www.kopos.cz>)

3.2.6 Aktivní prvky

Na propojení sítě v objektu jsem vybral switch SG200-50P od firmy Cisco. Jedná se o gigabitový switch obsahující 48x port RJ45 a taktéž 2x SFP slot. Význačným rysem tohoto modelu je podpora napájení přes PoE v rámci 24 portů a také správa přes webové rozhraní.

Další aktivní prvek, který bude sloužit jako základní router s integrovaným firewallem jsem vybral model RB951G-2HnD od firmy Mikrotik. Jako WiFi přístupový bod jsem vybral model TL-WR743ND značky TP-LINK. Toto zařízení umožňuje připojení přes PoE.

Název	Varianta	Cena bez DPH / ks	Počet
Cisco SG200-50P, 50xGig, Poe, Smart	SLM2048PT-EU	16 415,00 Kč	3
Mikrotik RB951G-2HnD, 600MHz,128MB RAM,RouterOS L4	RB951G-2HnD	1 354,00 Kč	1
TP-LINK TL-WR743ND	TL-WR743ND	480,00 Kč	3
Cena celkem		52 039,00 Kč	

Tabulka 11: Nákup – aktivní prvky. (Zdroj: vlastní zpracování)

3.3 Popis návrhového řešení

Kabelážní systém v rámci budovy bude řešen pouze horizontální sekcí, kdy veškerá kabeláž z jednotlivých pater bude vyvedena do technické místnosti umístěné v podsklepené části budovy. Jedno z možných řešení bylo rozdělit patra na jednotlivé horizontální sekce s vyústěním kabeláže do vlastních rozvodných skříní pro dané patro a jejich propojení páteřním kabelem do hlavního rozvaděče kvůli vyšší konektivitě sítě. Od této možnosti jsem však upustil, jelikož pro budovu této velikosti by bylo takovéto řešení zbytečné a také by to znamenalo navýšení nákladů na realizaci.

3.3.1 Přípojná místa

V celém objektu jsem se rozhodl použít datové zásuvky Solarix se dvěma porty a na některých místech jen s jedním portem. Celkem bude instalováno 66 zásuvek s počtem 128 přípojných míst, viz Tabulka 11. První port zásuvky v místě pracoviště bude přednostně určen pro připojení počítače, druhý port pro zapojení VoIP telefonu. Po shrnutí všech zařízení v objektu jsem dospěl k tomu, že bude využito 80 přípojných

míst a zbylých 48 míst bude rezervních. Souhrnný počet přípojných a rezervních přípojných míst je uveden v Příloze 5.

Podlaží	Počet příp. míst	Počet zásuvek
1. PP + 1. NP	46	24
2. NP	42	22
3. NP	40	20
Celkem v budově	128	66

Tabulka 12: Počet přípojných míst a zásuvek v jednotlivých patrech. (Zdroj: vlastní zpracování)

Značení přípojných míst

Veškeré zásuvky v budově jsou označeny jednotně, tedy Z01 až Z66. Jednotlivé porty jsou značeny dle umístění v konkrétním podlaží, kde první číslo značí právě konkrétní podlaží (1-4) a další dvojčíslí značí pořadí rozmístění zásuvek v místnostech (01-42). Kompletní značení datových zásuvek i patch panelů je k nalezení v kabelové tabulce v Příloze 3.

3.3.2 Trasy kabeláže

V jednotlivých místnostech budovy budou trasy vedeny v parapetních kanálech od firmy Kopos o rozměrech 140x70 mm. Tyto kanály budou umístěny těsně pod okenním parapetem a v téhle úrovni vedeny podél stěn v místnosti. Mimo parapetní kanál bude v minimální míře využito i obyčejných vkládacích lišt, zejména v místnostech v podsklepené části. Rozložení datových zásuvek a tedy jejich instalace do parapetních kanálů je určeno polohou pracovního místa v místnosti. Návrh tras a rozložení jednotlivých datových zásuvek je uveden v Příloze 2.

Pro propojení jednotlivých pater navrhuji využít dvou nevyužívaných komínů, které jsou situovány v centrální části objektu. Tohle umístění je výhodné pro vyústění kabeláže v jednotlivých patrech, kde jsou kabely rovnoměrně rozděleny a vyvedeny do patřičných místností. Neméně důležitá výhoda je, že komín v podsklepené části začíná v prostoru, který bude využit jako technická místnost. Trasa v komínové části bude realizována odolnou chráničkou Kopoflex. Podle množství vedených kabelů bude mít chránička patřičný rozměr. Pro propojení technické místnosti s přízemím budou použity dvě chráničky typu KF 09063 s průměrem 63 mm, kde první bude vyústěna do místnosti č. 2.2 (recepce) a druhá do místnosti č. 2.3 (kancelář 1). Pro propojení prvního

patra s technickou místností bude použita chránička typu KF 09090 s průměrem 90 mm. Poslední patro bude spojeno s technickou místností stejnou chráničkou KF 09090. Pro možnost případného rozšíření, budou v každé šachtě instalovány dvě rezervní chráničky Monoflex s průměrem 32 mm. Návrh jednotlivých stoupaček mezi patry je k nalezení v Příloze 2.

Jak jsem uvedl v kapitole 4.2.1, budu pracovat s kabely kategorie 6 od firmy Solarix. Spočítal jsem, že bude v objektu potřeba 1902 m kabelu a 119 m parapetního kanálu.

Podlaží	Kabel [m]	Parapetní kanál [m]
1. PP + 1. NP	495	41
2. NP	657	42
3. NP	750	36
Celkem v budově	1902	119

Tabulka 13: Délka kabelů a parapetních kanálů v jednotlivých patrech. (Zdroj: vlastní zpracování)

3.3.3 Technická místnost

Jak již bylo zmíněno výše, technická místnost bude umístěna v podsklepené části budovy, v místnosti č. 1.2. Tato místnost leží uprostřed budovy a jsou zde vyústěny dva nevyužité komíny, které budou použity jako šachty pro vedení kabeláže mezi patry. Zároveň je zde stálá teplota, a proto není potřeba místnost dodatečně klimatizovat. Technická místnost je neprůchozí a je uzamykatelná, takže je díky tomu nejvhodnějším místem pro umístění datového rozvaděče. Za touto místností se nachází ještě jedna malá místnost, která bude sloužit jako sklad IT oddělení a stejně jako technická místnost bude dostupná pouze správcům sítě.

Datový rozvaděč

Vstup do podsklepené části budovy má rozměrově omezené vstupní schodiště, a proto použiji skládaný 19“ stojanový rozvaděč od firmy Conteg typu mSeven, který bude složený až v technické místnosti. Rozvaděč musí být patřičně uzemněn, zemní příslušenství je součástí balení. Pro odvětrání z rozvaděče byla dokoupena ventilační jednotka s termostatem, taktéž od firmy Conteg, která bude instalována na strop rozvaděče. Pro optické zakončení internetové přípojky od poskytovatele je určena optická vana, taktéž od firmy Conteg. Osazení datového rozvaděče naleznete v Příloze 4.

3.3.4 Aktivní prvky

Veškeré aktivní prvky budou umístěny v datovém rozvaděči. O oddělení internetu od lokální počítačové sítě se bude starat router RB951G-2HnD od firmy Microtic s integrovaným firewallem. O propojení v lokální síti se budou starat tři switche SG-200-50P od firmy Cisco. Každé podlaží bude samostatně připojeno do vlastního switchu, kde pro VoIP telefony, IP kamery a WiFi budou přednostně využity porty s PoE napájením. Na každém patře bude připojen WiFi přístupový bod, kde dva budou sloužit pro interní přístup do sítě a třetí jen pro přístup na internet pro klienty.

3.4 Stavební připravenost objektu

Před samotnou instalací kabeláže a tras vedení jsou zapotřebí určité stavební úpravy, jinými slovy objekt musí být náležitě stavebně připraven. Níže uvádím přehled požadavků na stavební připravenost, které se budou řídit dle výkresové dokumentace, přiložené v Příloze 2.

Stoupačky:

- V technické místnosti vytvořit průchod k nevyužitým komínovým šachtám, pro možnost instalace dvou chrániček Kopoflex do každé šachty
- V každém patře vytvořit průchod k patřičné komínové šachtě, pro možnost instalace chrániček Kopoflex
- V místnosti č. 1.1 vytvořit průchod k šachtě vedoucí do přízemí budovy a v místnosti 2.5, pro možnost instalace chráničky Monoflex

Trasy kabelážního vedení:

- Vytvořit průchody mezi místnostmi pro instalaci parapetních kanálů o rozměrech 140x70 mm, dle výkresové dokumentace
- V rohu místnosti 2.3 u země vytvořit průchod do venkovního prostoru, pro možnost instalace chráničky Super Monoflex

Připravenost technické místnosti:

- Do rozvaděče přivést internetové připojení od poskytovatele (prodloužením vývodu z vedlejší místnosti)

- V technické místnosti připravit 3x zásuvku 230V zapojenou do samostatně jištěného okruhu pro napájení silové části datového rozvaděče
- Doporučuji napájecí okruhy zapojit před proudový chránič hlavního rozvaděče, z důvodu možných výpadků napájení při poruše v jiné části objektu
- Současně s napájecími vodiči bude z hlavního rozvaděče ze svorky PE (PEN) vyveden žlutozelený vodič o minimálním průřezu 6 mm², který bude připojen na uzel po spojení datového rozvaděče
- Pro případ přidání klimatizované jednotky připravit 1x zásuvku 230V zapojenou do samostatně jištěného okruhu
- Pro případ přidání klimatizované jednotky vytvořit průchod k šachtě vedoucí ven z budovy

Protipožární zabezpečení

- V případě, že požární technik v požární zprávě vyznačí samostatné požární celky, a budou-li mezi těmito celky průchody sdělovacích a napájecích kabelů, je nutné tyto průchody opatřit protipožární přepážkou (např. systém Hilti CP673)

3.5 Rozpočet

V následující Tabulce 14 jsou uvedeny celkové náklady na vybudování strukturované kabeláže v objektu včetně všech důležitých prvků, instalačního materiálu a práce. Podrobný rozpočet je pak obsažen v Příloze 6.

	Cena bez DPH
Pasivní prvky (kabeláž, zásuvky, patch panely, atd)	43 414 Kč
Aktivní prvky (switche, routery, wifi)	52 039 Kč
Rozvaděč a příslušenství	21 051 Kč
Instalační materiál (parapetní kanály, lišty, chráničky, atd)	28 747 Kč
Zednické a montážní práce	17 429 Kč
Instalace kabeláže a měření	21 707 Kč
Cena celkem bez DPH	184 387 Kč

Tabulka 14: Souhrnný rozpočet. (Zdroj: vlastní zpracování)

Závěr

Cílem mé práce bylo navrhnout nový univerzální kabelážní systém v sídle firmy Omega Design. Jedná se v podstatě o rekonstrukci stávající sítě, která již aktuálním potřebám firmy nevyhovuje. Na základě analýzy budovy a konzultací s investorem jsem dospěl k závěru, že se musí vytvořit úplně nový návrh kabelážního systému.

V návrhu jsem vycházel z požadavků investora, ze kterých bych zdůraznil rozšíření počtu přípojných míst, zvýšení konektivity počítačové sítě a minimální stavební zásahy. V neposlední řadě jsem byl limitován cenou a s ohledem na to jsem nemohl vybírat mezi drahými komplexními řešeními kabelážního systému. I přesto se domnívám, že se mi povedlo vybrat kvalitní univerzální kabeláž a komponenty v přiměřené cenové kategorii, u kterých je garantována požadována záruka.

Výsledkem mé práce je návrhové řešení, které obsahuje jak výběr komponent kabelážního systému, tak určení kabelážních tras a rozmístění přípojných míst. Kromě požadovaných přípojných míst jsem do návrhu zařadil i rezervní místa pro možnost dodatečného připojení dalších zařízení, čímž je zajištěna nadčasovost navrhovaného řešení. Vypracoval jsem podrobnou technickou dokumentaci, dle které lze projekt realizovat a také podrobný cenový rozpočet, který by se při realizaci odbornou firmou neměl zásadně navýšit.

Seznam použitých zdrojů

Tištěné publikace

- (1) ČSN EN 50173-1. *Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- (2) ČSN EN 50173-2. *Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – část 2: Kancelářské prostory*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- (3) ČSN EN 50174-1. *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – část 1: Specifikace a zabezpečení kvality*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- (4) ČSN EN 50174-2. *Informační technika - Kabelové rozvody - Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- (5) BIGELOW, S. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. Brno: Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 2004. 80-251-0178-9.
- (6) DONAHUE, G. *Kompletní průvodce síťového experta*. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2244-1.
- (7) HORÁK, J; KERŠLÁGR, M. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.
- (8) KABELOVÁ, A., DOSTÁLEK, L. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 2. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2000. 488 s. ISBN 80-7226-323-4.
- (9) PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2006. 430 s. ISBN 80-251-1278-0.
- (10) SOSINSKY, B. *Mistrovství - Počítačové sítě*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.

Firemní publikace

- (11) JORDÁN, V. *Jak na to?* Kroměříž: KASSEX, 2005.

Přednášky

- (12) JORDÁN, V. *Počítačové sítě*. Přednáška. Brno: VUT Fakulta podnikatelská, 2005.
- (13) ONDRÁK, V. *Počítačové sítě*. Přednáška. Brno: VUT Fakulta podnikatelská, 2010.

Internetové zdroje

- (14) ElektriKa.cz. *Strukturovaná kabeláž = kabelážní struktura* [online]. 1998-2013 [cit. 15-05-2013]. Dostupné z: <http://elektriKa.cz/data/clanky/strukturovana-kabelaz-kabelazni-struktura>.
- (15) Svět sítí. *Metallické kabely pro horizontální a vertikální rozvody* [online]. 2001 [cit. 13-05-2013]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Metalicke-kabely-pro-horizontalni-a-vertikalni-rozvody-1942001>.
- (16) Variant Plus. *Strukturovaný kabelážní systém - příručka* [online]. Třebíč: Variant Plus, 2008-2010 [cit. 16-05-2013]. Dostupné z: <http://www.variant.cz>.
- (17) Variant Plus. *Strukturovaný kabelážní systém - optická kabeláž - příručka* [online]. Třebíč: Variant Plus, 2008-2010 [cit. 10-05-2013]. Dostupné z: <http://www.variant.cz>.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Organizační struktura firmy	14
Obrázek 2: Foto budovy	18
Obrázek 3: Spojový přenos dat	23
Obrázek 4: Paketový přenos dat	23
Obrázek 5: Funkce vrstev podle referenčního modelu OSI.....	24
Obrázek 6: Porovnání architektury	26
Obrázek 7: Sběrníková topologie.....	28
Obrázek 8: Sběrníková topologie.....	29
Obrázek 9: Sběrníková topologie.....	29
Obrázek 10: Svařený – nesvařený pár.	30
Obrázek 11: UTP – nestíněný párový kabel	31
Obrázek 12: ISTP, STP a FTP – nestíněný párový kabel	32
Obrázek 13: Koaxiální kabel	33
Obrázek 14: Průřez optickým kabelem.....	34
Obrázek 15: Princip vedení světla ve vlákně.....	35
Obrázek 16: Kritický úhel a optimální úhel dopadu.....	35
Obrázek 17: Hierarchická struktura univerzální kabeláže.....	38
Obrázek 18: Prvky konektivity pro metalické kabely	41
Obrázek 19: Datový rozvaděč – nosníky	42
Obrázek 20: Pořadí barev zapojení dle norem	43
Obrázek 21: Sekce kabelážního systému	44
Obrázek 22: Kanál a linka	45
Obrázek 23: Datové zásuvky Solarix.....	48
Obrázek 24: Patch panel Solarix.....	49
Obrázek 25: Kopos parapetní kanál PK 140x70 D–technické parametry pro instalaci..	50

Seznam tabulek

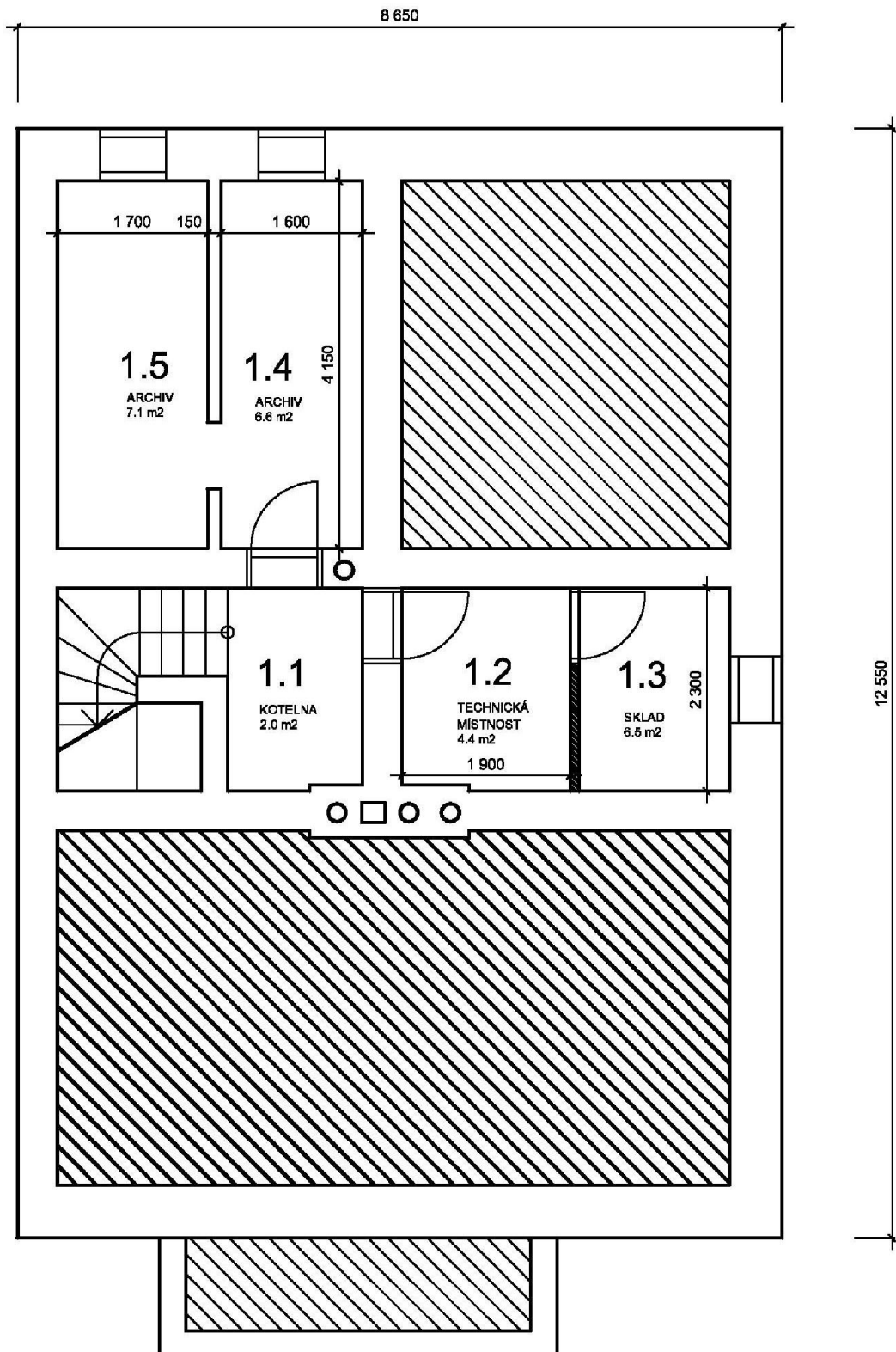
Tabulka 1: Aktuální stav ICT vybavení objektu.....	19
Tabulka 2: Vysvětlivky k Tabulce 1.....	20
Tabulka 3: Plánované ICT vybavení objektu	21
Tabulka 4: Vysvětlivky k Tabulce 3.....	21
Tabulka 5: Třídy použití sítě a kategorie komponent metalické kabeláže	32
Tabulka 6: Nákup – kabeláž	48
Tabulka 7: Nákup – datové zásuvky	48
Tabulka 8: Nákup – patch panely	49
Tabulka 9: Nákup – datový rozvaděč a příslušenství	49
Tabulka 10: Nákup – instalační materiál	50
Tabulka 11: Nákup – aktivní prvky	51
Tabulka 12: Počet přípojných míst a zásuvek v jednotlivých patrech.....	52
Tabulka 13: Délka kabelů a parapetních kanálů v jednotlivých patrech	53
Tabulka 14: Souhrnný rozpočet.....	55

Seznam příloh

- Příloha 1: Výkresová dokumentace
- Příloha 2: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Návrh tras
- Příloha 3: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Kabelová tabulka
- Příloha 4: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Osazení datového rozvaděče R-01
- Příloha 5: Podrobný rozpočet

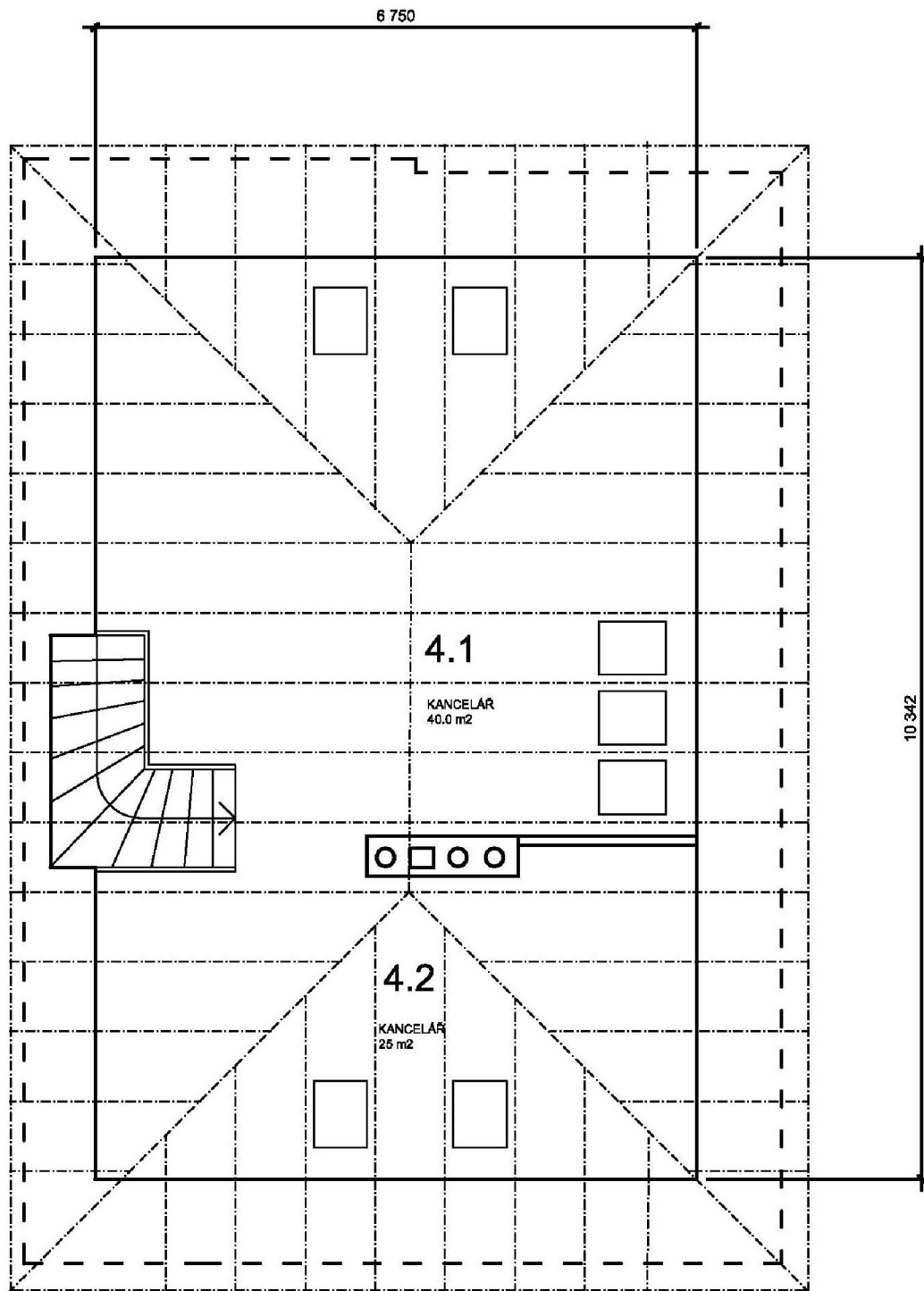
Příloha 1: Výkresová dokumentace

Půdorys 1. PP



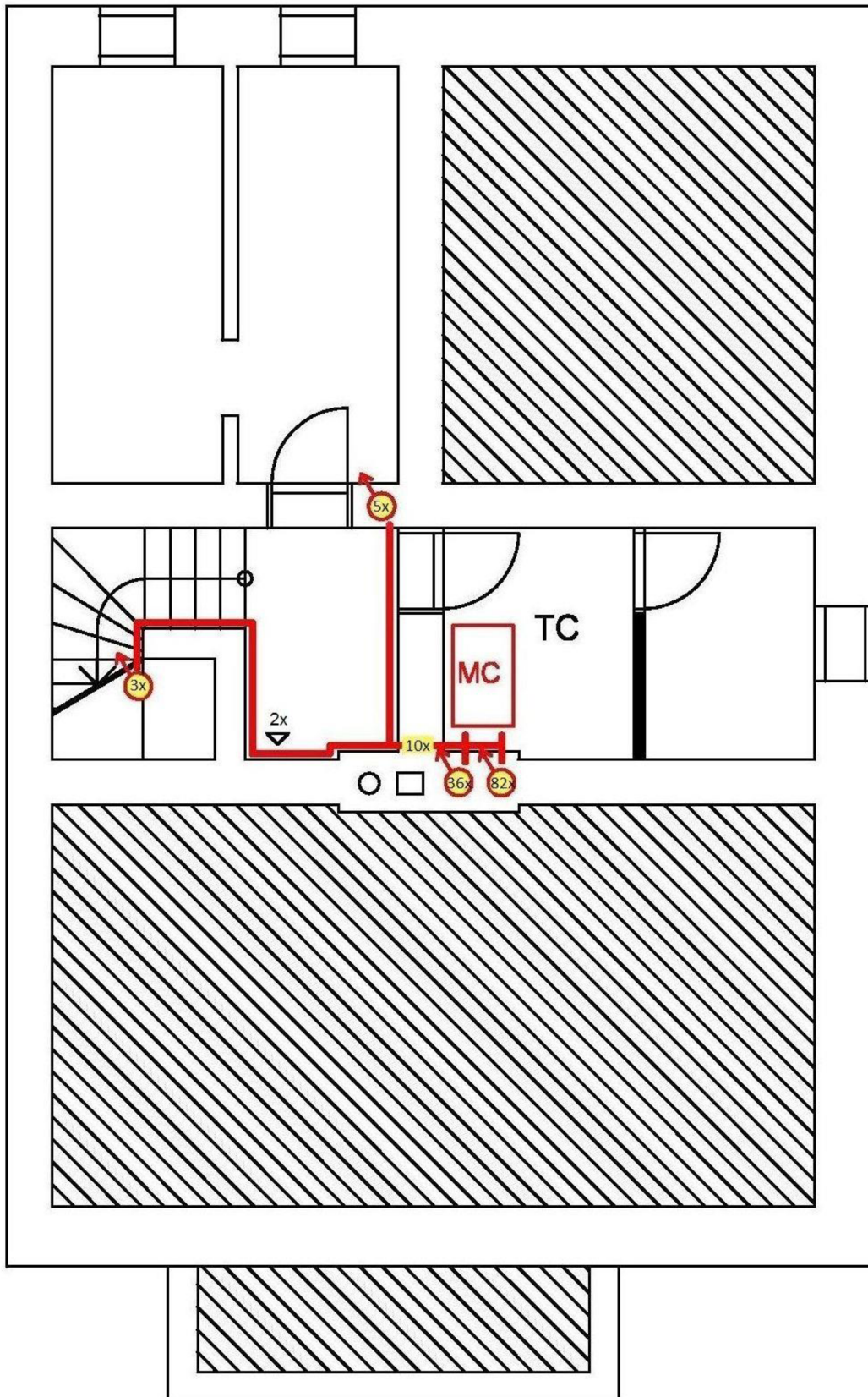
Příloha 1: Výkresová dokumentace

Půdorys 3. NP



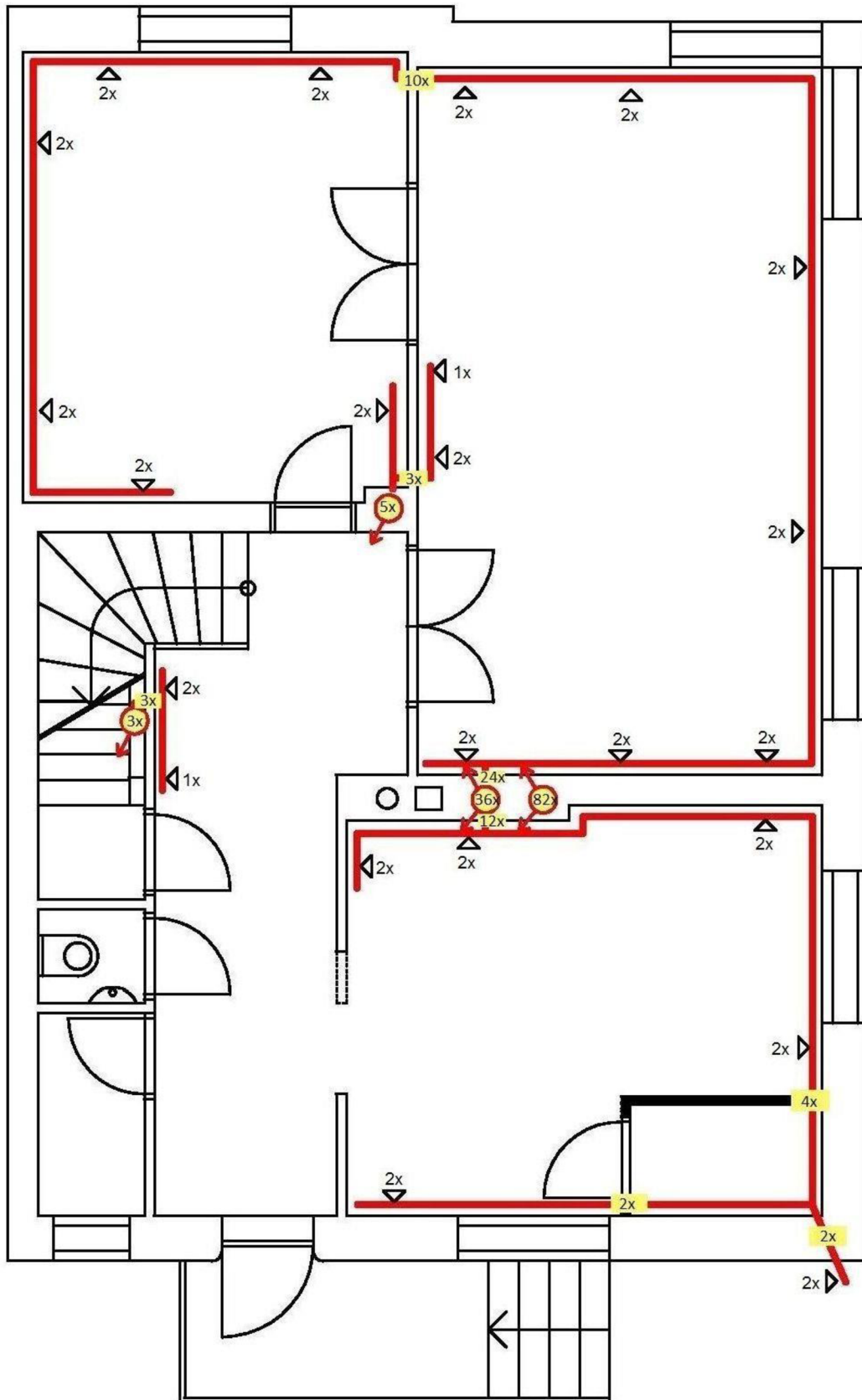
Příloha 2: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Návrh tras

Půdorys 1. PP



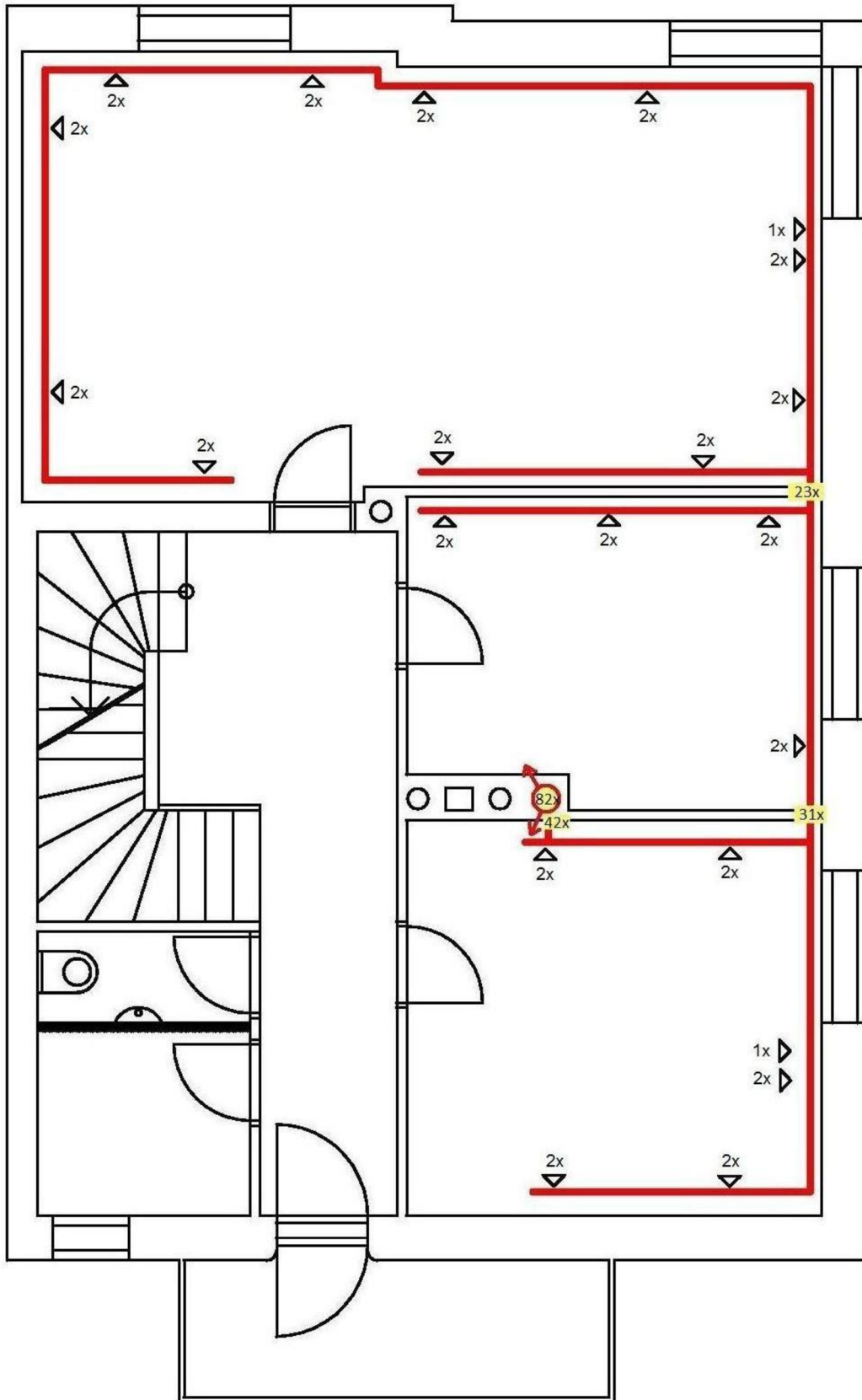
Příloha 2: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Návrh tras

Půdorys 1. NP



Příloha 2: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Návrh tras

Půdorys 2. NP



Příloha 2: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Návrh tras

Legenda	
	Přípojný míso
	Datový rozvaděč
	Horizontální trasa kabeláže
	Průchod kabeláže přes stěnu
	Stoupačka do vyššího patra
	Stoupačka do nižšího patra

Příloha 3: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Kabelová tabulka

Kabelová tabulka pro datový rozvaděč R-01 (Technická místnost, č. 1.2)									1/3		
Patch panel			Místnost		Zásuvka			Kabel			
č.	Označení	Port	č.	Popis	č.	Označení	Port	Označení	Délka (m)		
PP-01	101	1	1.1	Kotelna	Z01	101	1	101	3		
	102	2				102	2	102	3		
	201	3	2.1	Chodba 1	Z02	201	1	201	5		
	202	4				202	2	202	5		
	203	5				203	1	203	7		
	204	6	2.2	Recepce	Z04	204	1	204	5,5		
	205	7				205	2	205	5,5		
	206	8			Z05	206	1	206	4,5		
	207	9				207	2	207	4,5		
	208	10			Z06	208	1	208	3,5		
	209	11				209	2	209	3,5		
	210	12			Z07	210	1	210	7,5		
	211	13				211	2	211	7,5		
	212	14			Z08	212	1	212	14,5		
	213	15				213	2	213	14,5		
	214	16	2.3	Kancelář 1	Z09	214	1	214	3,5		
	215	17				215	2	215	3,5		
	216	18			Z10	216	1	216	3,5		
	217	19				217	2	217	3,5		
	218	20			Z11	218	1	218	4,5		
	219	21				219	2	219	4,5		
	220	22			Z12	220	1	220	8,5		
221	23	221				2	221	8,5			
222	24	Z13			222	1	222	10,5			
					223	2	223	10,5			
PP-02	223	1			Z14	224	1	224	14,5		
	224	2				225	2	225	14,5		
	225	3			Z15	226	1	226	15,5		
	226	4				227	2	227	15,5		
	227	5			Z16	228	1	228	6		
	228	6				229	2	229	6		
	229	7			Z17	230	1	230	6		
	230	8									
	231	9			2.4	Kancelář 2	Z18	231	1	231	17,5
	232	10						232	2	232	17,5
	233	11	Z19	233			1	233	20,5		
	234	12		234			2	234	20,5		
	235	13	Z20	235			1	235	21,5		
	236	14		236			2	236	21,5		
	237	15	Z21	237			1	237	25,5		
	238	16		238			2	238	25,5		
	239	17	Z22	239			1	239	27,5		
	240	18		240			2	240	27,5		
	241	19	Z23	241	1	241	6				
	242	20		242	2	242	6				
	ex243	21	ex1	Branka				ex243	12,5		
	ex244	22						ex244	12,5		
Rezerva	23										
Rezerva	24										

Příloha 3: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Kabelová tabulka

Kabelová tabulka pro datový rozvaděč R-01 (Technická místnost, č. 1.2)									2/3		
Patch panel			Místnost		Zásuvka			Kabel			
č.	Označení	Port	č.	Popis	č.	Označení	Port	Označení	Délka (m)		
PP-03	301	1	3.2	Zasedací místnost	Z24	301	1	301	7		
	302	2				302	2	302	7		
	303	3				Z25	303	1	303	7	
	304	4					304	2	304	7	
	305	5				Z26	305	1	305	11	
	306	6				Z27	306	1	306	11	
	307	7					307	2	307	11	
	308	8				Z28	308	1	308	14	
	309	9					309	2	309	14	
	310	10				Z29	310	1	310	16	
	311	11					311	2	311	16	
	312	12	3.3	Kancelář 3	Z30	312	1	312	9		
	313	13				313	2	313	9		
	314	14				Z31	314	1	314	12	
	315	15					315	2	315	12	
	316	16				Z32	316	1	316	13	
	317	17					317	2	317	13	
	318	18				Z33	318	1	318	14	
	319	19					319	2	319	14	
	320	20	3.4	Kancelář 4	Z34	320	1	320	14		
321	21				321	2	321	14			
322	22				Z35	322	1	322	13		
323	23					323	2	323	13		
324	24				Z36	324	1	324	12		
PP-04	325	1						325	2	325	12
	326	2					Z37	326	1	326	14
	327	3						327	2	327	14
	328	4					Z38	328	1	328	14
	329	5					Z39	329	1	329	17
	330	6				330	2	330	17		
	331	7			Z40	331	1	331	19		
	332	8				332	2	332	19		
	333	9			Z41	333	1	333	20		
	334	10				334	2	334	20		
	335	11			Z42	335	1	335	23		
	336	12				336	2	336	23		
	337	13			Z43	337	1	337	24		
	338	14				338	2	338	24		
	339	15			Z44	339	1	339	27		
	340	16				340	2	340	27		
	341	17			Z45	341	1	341	30		
	342	18				342	2	342	30		
	Rezerva	19									
	Rezerva	20									
Rezerva	21										
Rezerva	22										
Rezerva	23										
Rezerva	24										

Příloha 3: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Kabelová tabulka

Kabelová tabulka pro datový rozvaděč R-01 (Technická místnost, č. 1.2)									3/3		
Patch panel			Místnost		Zásuvka			Kabel			
č.	Označení	Port	č.	Popis	č.	Označení	Port	Označení	Délka (m)		
PP-05	401	1	4.1	Kancelář 5	Z46	401	1	401	9,5		
	402	2				402	2	402	9,5		
	403	3			Z47	403	1	403	11,5		
	404	4				404	2	404	11,5		
	405	5			Z48	405	1	405	13,5		
	406	6				406	2	406	13,5		
	407	7			Z49	407	1	407	15,5		
	408	8				408	2	408	15,5		
	409	9			Z50	409	1	409	17,5		
	410	10				410	2	410	17,5		
	411	11			Z51	411	1	411	19,5		
	412	12				412	2	412	19,5		
	413	13			Z52	413	1	413	20,5		
	414	14				414	2	414	20,5		
	415	15			Z53	415	1	415	21,5		
	416	16				416	2	416	21,5		
	417	17			Z54	417	1	417	23,5		
	418	18				418	2	418	23,5		
	419	19			Z55	419	1	419	25,5		
	420	20				420	2	420	25,5		
	421	21			Z56	421	1	421	29,5		
	422	22				422	2	422	29,5		
	423	23			Z57	423	1	423	29,5		
	424	24				424	2	424	29,5		
PP-06	425	1	4.2	Kancelář 6	Z58	425	1	425	9,5		
	426	2				426	2	426	9,5		
	427	3			Z59	427	1	427	11,5		
	428	4				428	2	428	11,5		
	429	5			Z60	429	1	429	13,5		
	430	6				430	2	430	13,5		
	431	7			Z61	431	1	431	16,5		
	432	8				432	2	432	16,5		
	433	9			Z62	433	1	433	17,5		
	434	10				434	2	434	17,5		
	435	11			Z63	435	1	435	20,5		
	436	12				436	2	436	20,5		
	437	13			Z64	437	1	437	23,5		
	438	14				438	2	438	23,5		
	439	15			Z65	439	1	439	25,5		
	440	16				440	2	440	25,5		
	Rezerva	17									
	Rezerva	18									
	Rezerva	19									
	Rezerva	20									
Rezerva	21										
Rezerva	22										
Rezerva	23										
Rezerva	24										

Příloha 4: Technická dokumentace strukturované kabeláže – Osazení datového rozvaděče R-01

1U	Napájecí jednotka
2U	Patch panel 1
3U	Vyvazovací lišta
4U	Switch 1
5U	Vyvazovací lišta
6U	Patch panel 2
7U	Patch panel 3
8U	Vyvazovací lišta
9U	Switch 2
10U	Vyvazovací lišta
11U	Patch panel 4
12U	Patch panel 5
13U	Vyvazovací lišta
14U	Switch 3
15U	Vyvazovací lišta
16U	Patch panel 6
17U	Optická vana
18U	Rezerva
19U	
20U	
21U	
22U	Napájecí jednotka
23U	Server 1
24U	
25U	Rezerva
26U	
27U	Server 2
28U	
29U	Rezerva
30U	
31U	Napájecí jednotka
32U	NAS
33U	Rezerva
34U	
35U	
36U	
37U	
38U	
39U	
40U	
41U	Záložní napájecí zdroj (UPS)
42U	

Příloha 5: Podrobný rozpočet

Název	Varianta	Cena bez DPH / ks	Počet
Instalační kabel Solarix CAT6 UTP LSOH 500m/špulka	SXKD-6-UTP-LSOH	4 750,00 Kč	4
Patch kabel CAT6 UTP PVC 0,5m	C6-155GY-0,5MB	29,00 Kč	120
Patch kabel CAT6 UTP PVC 1m	C6-155GY-1MB	37,00 Kč	50
Patch kabel CAT6 UTP PVC 2m	C6-155GY-2MB	46,00 Kč	50
Zásuvka Solarix CAT6 UTP 2 x RJ45	SX9-2-6-UTP-WH	126,00 Kč	62
Zásuvka Solarix CAT6 UTP 1 x RJ45	SX9-1-6-UTP-WH	110,00 Kč	4
Patch panel Solarix 24 x RJ45 CAT6 UTP s vyvazovací lištou černý 1U	SX24L-6-UTP-BK	1 422,00 Kč	6
Celkem za pasivní prvky		43 414,00 Kč	
Cisco SG200-50P, 50xGig, Poe, Smart	SLM2048PT-EU	16 415,00 Kč	3
Mikrotik RB951G-2HnD, 600MHz,128MB RAM,RouterOS L4	RB951G-2HnD	1 354,00 Kč	1
TP-LINK TL-WR743ND	TL-WR743ND	480,00 Kč	3
Celkem za aktivní prvky		52 039,00 Kč	
19" stojanový rozvaděč skládaný Conteg 42U 600x1000 mSEVEN RAL 7035	RM7-42-60/100-B	15 082,00 Kč	1
Ventilační jednotka Conteg s termostatem - 4x ventilátor RAL 9005	DP-VEN-04-H	4 593,00 Kč	1
Optická vana Conteg 19" 1U výsuvná RAL 9005	ORVM-01-H	1 376,00 Kč	1
Celkem za rozvaděč a příslušenství		21 051,00 Kč	
Kopos parapetní žlab PK 140x70 D (m)	PK 140X70 D HD	130,55 Kč	120
kryt koncový PK 140x70 D 8461	8461 HB	70,83 Kč	11
kryt spojovací PK 170x70 D 8462	8462 HB	70,83 Kč	60
kryt rohový vnitřní - PK 170x70 D 8465	8465 HB	121,20 Kč	22
kryt rohový vnější - PK 170x70 D 8466	8466 HB	121,20 Kč	3
kryt průchodkový PK 170x70 D 8467	8467 HB	52,33 Kč	6
Přístrojová podložka - jednonásobná 8440-11	8440-11 HB	19,21 Kč	50
Přístrojová podložka - dvojnásobná 8440-12	8440-12 HB	24,67 Kč	4
PŘÍSTROJOVÁ KRABICE PRO KANÁLY PK	KP PK HB	27,58 Kč	58
Kopos lišta vkladací LV40/15 (m)	LV 40x15	30,75 Kč	24
Kryt LV 40x15 koncový 8711	LV 40x15 8711	9,43 Kč	4
Kryt LV 40x15 roh.vněj. 8712/2	LV 40x15 8712	11,50 Kč	2
Kryt LV 40x15 roh.vnitř.8713/2	LV 40x15 8713	11,50 Kč	2
Kryt LV 40x15 ohybový 8716	LV 40x15 8716	11,50 Kč	2
Kryt LV 40x15 odbočný 8715	LV 40x15 8715	11,50 Kč	2
Kopoflex chránička KF 09090 BA (m)	KF 09090 BA	34,48 Kč	14
Kopoflex chránička KF 09063 BA (m)	KF 09063 BA	26,00 Kč	6
Super Monoflex 1232 L25 (m)	1232 L25	10,86 Kč	50
Krabice přístrojová lištová LK 80/1	LK 80/1	17,20 Kč	8
Celkem za instalační materiál		28 884,17 Kč	
Zednické a montážní práce	-	17 429 Kč	1
Instalace kabeláže a měření	-	21 707 Kč	1
Celkem za práci		39 136,15 Kč	
CENA CELKEM bez DPH		184 524,32 Kč	