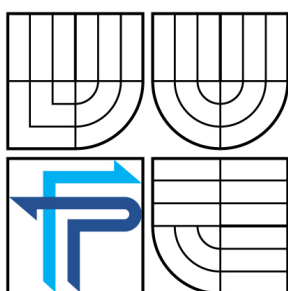




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH UNIVERZÁLNÍHO KABELÁŽNÍHO SYSTÉMU KOMERČNÍ BUDOVY

COMMERCIAL BUILDING UNIVERSAL CABLING SYSTEM PROJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR VÍTĚZ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vítěz Petr

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 univerzálního kabelážního systému komerční budovy

v anglickém jazyce:

Commercial Building Universal Cabling System Project

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. J. Mistrovství v počítačových sítích. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2004. 990 s. ISBN: 80-251-0178-9

NORTHCUTT, S. Bezpečnost sítí : velká kniha. 1. vyd. Brno : CP Books, 2005. 589 s. ISBN: 80-251-0697-7

PUŽMANOVÁ, R. TCP/IP v kostce. 1. vyd. České Budějovice : Kopp, 2004. 607 s. ISBN: 80-7232-236-2

SHINDER, D. L. Počítačové sítě : nepostradatelná příručka k pochopení síťové teorie, implementace a vnitřních funkcí. Praha : SoftPress, c2003. 752 s. ISBN: 80-86497-55-0

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 09.04.2009

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem univerzálního kabelážního systému pro komerční budovu. Práce analyzuje současný stav kabelážní infrastruktury budovy, obsahuje teorii síťové problematiky, výběr prvků sítě a návrh kabelážního systému budovy.

Annotation

Bachelor's thesis deals with a design of universal cabling system for commercial building. Thesis analyse situation of cabling infrastructure of building, includes theory of network, choosing components of network and a design of universal cabling system for commercial building.

Klíčová slova

Počítačová síť, strukturovaná kabeláž, propojovací panel

Keywords

Computer network, structured cabling, patch panel

Bibliografická citace práce:

VÍTĚZ, P. *Návrh univerzálního kabelážního systému komerční budovy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 68 s. Vedoucí bakalářské práce
Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 15. května 2009

Podpis

Obsah

1. Úvod.....	14
2. Vymezení problémů a cílů práce	15
3. Analýza	16
3.1 Informace	16
3.2 Budova	16
3.1.1 1. podzemní podlaží	17
3.1.2 1. nadzemní podlaží	17
3.1.3 2. nadzemní podlaží	18
3.3 Současný stav sítě	19
3.3.1 Trasy a kabeláž	19
3.3.2 Použité zařízení	19
3.3.3 Datové toky sítě	20
3.4 Požadavky	20
4. Teoretická východiska práce	21
4.1 Typy sítí	21
4.1.1 Sítě peer-to-peer	21
4.1.2 Sítě založené na serverech	22
4.2 Síťový hardware	23
4.2.1 Rozbočovače (switch)	23
4.2.2 Směrovače (router)	23
4.2.3 Síťové karty	23
4.2.4 Kabeláž	24
4.3 Rozdělení sítí	25
4.3.1 Dělení sítí dle fyzického tvaru	25
4.3.2 Dělení sítí podle protokolu	27
4.3.3 Dělení sítí dle topologie	28
4.3.4 Dělení sítí dle architektury	31
4.4 Základy kabelových rozvodů	34
4.4.1 Strukturovaná kabeláž	34
4.4.2 Trasy	38
4.4.3 Datový rozvaděč	38

4.4.4	Typy kabelů	39
4.4.5	Způsob značení linek	45
4.5	Referenční model OSI	45
4.6	Postup návrhu kabelového rozvodu	47
5.	Návrh řešení	50
5.1	Použité technologie	50
5.1.1	Instalační kabel	50
5.1.2	Datová zásuvka a Keystone	51
5.1.3	Propojovací panel	51
5.1.4	Kabelové nosné konstrukce	51
5.1.5	Datový rozvaděč	52
5.1.6	Propojovací kabely	52
5.2	Umístění datového rozvaděče	53
5.3	Vedení kabelových tras a umístění datových zásuvek	53
5.3.1	2. NP	53
5.3.2	1.NP	55
5.3.3	1.PP	56
5.4	Uzemnění	57
5.5	Prvky datového rozvaděče	57
5.5.1	Schéma datového rozvaděče	59
5.6	Značení	59
5.7	Finanční náklady	60
6.	Závěr	61
	Seznam použitých zdrojů	62
	Seznam zkratk	64
	Seznam příloh	65

1. Úvod

V dnešním světě již nestačí použití počítače samostatného, dnes se stává naprostou nezbytností, abyste také „byli připojeni“. Pravá síla počítačů se ukáže až v momentě, kdy jsou propojeny a mohou spolu komunikovat. Od jednoduchých malých domácích sítí LAN až po stále se rozrůstající obrovský Internet, sítě se dají považovat za budoucnost počítačů a tato budoucnost je tady již dnes.

Elektronická komunikace, původně zaměřená především na posílání a příjem elektronické pošty, ale i textových nebo binárních souborů, se stále častěji využívá ve všech oblastech komerčního, ale i veřejného odvětví. Tohle všechno je možné pouze za předpokladu, že síťová infrastruktura je dobře postavena, roste a mění se v souvislosti s potřebami současné doby.

2. Vymezení problémů a cílů práce

Cílem práce je vypracování návrhu pro případnou realizaci nového strukturovaného kabelážního systému budovy. Návrh vychází z analýzy současného stavu sítě, jednotlivých požadavků na novou síťovou infrastrukturu a také na ekonomické požadavky. Návrh je zaměřen na vhodné umístění datového rozvaděče, výběr vhodných prvků datového rozvaděče, aktivních prvků sítě a jejich umístění, návrh způsobu uložení a vedení jednotlivých tras strukturované kabeláže.

3. Analýza

Firma A zakoupila v roce 1991 nemovitost, kterou následující rok zrekonstruovala. Při celkové rekonstrukci objektu došlo k realizaci současného kabelážního systému.

S měnícími se potřebami firmy současný stav kabelážního systému nevyhovuje potřebám a požadavkům majitele objektu a proto se firma rozhodla pro návrh a realizaci nového univerzálního kabelážního systému. Firma A nevyužívala veškeré prostory objektu, proto se rozhodla pronajímat dvě kanceláře dalším firmám.

3.1 Informace

Na přání všech firem, které sídlí v komplexu budovy zůstat v anonymitě, nebudou zveřejněny žádné bližší informace. Budou tedy použity pouze pracovní označení pro jednotlivé firmy. Firma, která vlastní nemovitost je označena A. Další dvě firmy mají pracovní označení U a S. Firma A je společnost s ručením omezeným a nabízí spolupráci při řešení některých problémů týkajících se výstavby, rekonstrukcí a dodávky stavebních prací v investiční výstavbě.

3.2 Budova

Objekt je situován na severní stranu o celkové rozloze plochy 22,3 x 18,2 metrů. Součástí objektu je také dvůr, který slouží jako parkoviště. Budova má jedno podzemní patro a dvě nadzemní patra. Hlavní průjezd do objektu rozděluje první nadzemní patro na dvě části. Hlavní vstup do správní části budovy je ze dvora, kde je další vstup do samostatného bytu o velikosti 1+kk. Vstup do druhé části budovy, kde je prodejna a dva sklady je z venkovní strany objektu. Nevyužité prostory objektu firma pronajímá dalším dvěma firmám jako kancelářské prostory. Obě firmy pronajímají po jedné kanceláři, sídlící ve druhém nadzemním patře.

Zdi jsou postaveny z cihel Porotherm. Šířka obvodových a nosných zdí je 36,5 cm a šířka příček je 15 cm. Podlahy jsou prefabrikovaný železobeton o přibližné tloušťce 30 cm. Světla výška patra budovy je 3,20 metrů.

Stávající přípojková skříň pro telefon a kabelovou televizi je umístěna v 1. podzemním podlaží, odkud je možné vedení kabeláže do kteréhokoliv patra objektu.

3.1.1 1. podzemní podlaží

Podlaží je tvořeno 6 místnostmi a chodbou se schodištěm označenou S101. Místnosti S102 a S103 slouží jako sklad, v místnosti S103 je umístěn kabelový modem providera, dva routery, switch a jeden WiFi router a server. Místnost S104 slouží jako sklad, ve kterém se nachází současná přípojková skříň. Místnosti S105, S106 a S107 slouží jako archiv.

3.1.2 1. nadzemní podlaží

1. nadzemní podlaží lze rozdělit na dvě části, levou a pravou stranu objektu, přičemž v levé části objektu se nachází správní budova se samostatným bytem a v pravé části objektu se nachází obchod se sklady. V levé části budovy se nachází celkem 12 místností. V pravé části budovy je celkem 6 místností.

Správní část budovy objektu je tvořena 9 místnostmi. Místnost 102, která je zádveří se schodištěm s celkovou plochou 18,6 m² s podlahou z keramické dlažby. Místnost 103 o rozloze 15,1 m² a kobercem s jednou datovou zásuvkou pro připojení počítače a telefonu. Místnost 104 je kancelář sekretářky o rozloze 12,4 m² a kobercem s jednou datovou přípojkou pro připojení počítače a telefonu. Místnosti 105, 106 slouží jako kanceláře o rozměrech 19,3 m² a kobercem. V kanceláři 105 pracuje jeden zaměstnanec a v kanceláři 106 pracují dva zaměstnanci. V obou kancelářích je jedna datová zásuvka pro připojení počítače a telefonu. Místnost 107 sloužící jako zasedací místnost o rozloze 13,9 m² s kobercem. Místnost 108 slouží jako kuchyňka o rozměrech 5,9 m² s kobercem, ve které je umístěna současná telefonní ústředna. Místnosti 109 a 110 sloužící jako předsín a WC o rozměrech 1,9 m² a 1,5m² s keramickou dlažbou. Byt

s celkovou rozlohou 18,1 m² a místnostmi 113 sloužící jako zádveří o rozměrech 2,7 m² a místností 111 o rozměrech 3,2 m² sloužící jako sprcha s WC mají podlahu z keramické dlažby. Místnost 112 slouží jako pokoj společně s kuchyňským koutem o rozloze 12,2 m² s kobercem na podlaze.

V pravé části objektu je místnost 119, která slouží jako prodejna. Plocha prodejny je 27,6 m² s podlahou z keramické dlažby s jednou datovou zásuvkou pro připojení počítače a telefonu. Do prodejny je jeden hlavní nezávislý vstup z venkovní strany objektu, který je součástí velké prosklené výlohy. Místnost 115 slouží jako sklad. Plocha skladu je 12,9 m² a podlaha je z keramické dlažby. Sklad má čtyři dveře a jedno okno. Vedle skladu se nacházejí místnosti 116, 117, 118 sloužící jako úklidová místnost, umývárna a toaleta s keramickou dlažbou a celkovou plochou 5,1 m². Místnost 114 slouží jako další sklad. Plocha skladu je 42,5 m² s podlahou s cementovým potěrem. Sklad má dvoje dveře a dvě okna.

3.1.3 2. nadzemní podlaží

Podlaží je tvořeno celkem 17 místnostmi. Místnost 201 je chodba se schodištěm o rozloze 13,1 m² s podlahou z keramické dlažby, místnost 202 je čajová kuchyňka o rozloze 12,6 m² s kobercem, místnost 203 sloužící jako kopírovací místnost o rozloze 7,3 m² s kobercem a místnost 204 je chodba o rozloze 10,2 m² s kobercem. Místnost 205 je zasedací místnost o rozloze 20,9 m² s parterovou podlahou. Místnost 206 sloužící jako kancelář o rozloze 18,2 m² s kobercem, ve které pracuje jeden zaměstnanec a je vybavena jednou datovou přípojkou pro připojení počítače a telefonu. Místnost 207 sloužící jako kancelář, ve které pracují 3 zaměstnanci o rozloze 41,8 m² s kobercem. V kanceláři je jedna datová přípojka pro připojení jednoho počítače. V místnosti je umístěn switch, pomocí kterého jsou připojeny celkem 4 síťová zařízení. Místnost 208 je v současné době volná, rozloha místnosti je 30,0 m² s kobercem. Místnost 209 slouží jako kancelář o celkové rozloze 42,5 m² a kobercem, ve které pracují 3 zaměstnanci je připojena do stávající sítě kabelem vedeným pod kobercem z místnosti 207. V kanceláři 209 je umístěn router a switch, ke kterému je připojeno celkem 8 síťových zařízení. Místnosti 210, 211, 212, 213, 214, 215 a 216 slouží jako předsň, sprcha, dámská a

pánská umývárna, dámské a pánské WC a úklidová místnost. Celková rozloha těchto místností je 12,3 m² s podlahou z keramické dlažby. Plocha označená 217 je terasa s rozlohou 19,8 m² s podlahou z betonové dlažby.

3.3 Současný stav sítě

V současné době se využívá kabelových rozvodů k propojení počítačů a tiskáren do sítě, připojení sítě k internetu, pro zálohu dat, pro připojení telefonů k ústředně. Je zde také telefonní ústředna, která je napojena s dveřním zvonkem u hlavních vrat. Firma do budoucna plánuje rozšířit kabelové rozvody do dalších místností, zřízení nové telefonní ústředny a využití rozvodů pro dveřní systém.

3.3.1 Trasy a kabeláž

Trasy kabeláže jsou realizovány v drážkách, nebo v kovových trubkách, které jsou zazděné ve zdech a připojeny do dvojzásuvek v určitých kancelářích. Použité kabely jsou kategorie 5 a většina z nich vede do 1. podzemního patra, kde je umístěna většina switchů, routerů a modem providera. Část kabeláže je vedena v třech kancelářích pod koberci, z důvodu pozdějšího rozšíření sítě do dalších kanceláří. V této kanceláři se také nachází jeden router a switch.

3.3.2 Použité zařízení

Připojení k internetu je od kabelové televize UPC, kde k připojení je nutný modem dodaný přímo poskytovatelem připojení. Veškeré další zařízení je 100 Mbps a bezdrátové zařízení je 54 Mbps. Modem je připojen k routeru, na který jsou připojeny další 2 routery, jeden router je Wifi router a slouží pouze pro bezdrátové připojení k síti. Dalším routerem je realizováno vedení kabelu do 8 portového switchu, ze kterého vedou kabely do datových zásuvek rozmístěných v jednotlivých místnostech objektu. V místnosti 207 je připojen k zásuvce 8 portový switch, ze kterého je veden kabel přes místnost 208 do místnosti 209, kde je připojen router a 16ti portový switch.

3.3.3 Datové toky sítě

Firmy využívají současnou síť velmi podobným způsobem a to pro následující účely:

- připojení k internetu
- připojení elektronické pošty
- připojení ke sdíleným datům
- připojení síťových tiskáren
- záloha dat

Jak je vidět, nároky na rychlost sítě nejsou nikterak velké. Záloha dat probíhá každý den, takže objemy zálohovaných dat jsou menší a nehrozí tedy žádné riziko zatížení sítě.

3.4 Požadavky

Jelikož současný stav kabelážního systému není vyhovující, jak po stránce realizační, tak po stránce kapacitní, rozhodl se majitel objektu pro novou realizaci univerzální strukturované kabeláže. Při návrhu musí být zohledněna finanční stránka realizace celého projektu.

Je dán požadavek na jeden centrální datový rozvaděč, kde budou umístěny aktivní prvky, patch panely, telefonní ústředna, popřípadě server a záložní zdroj napájení.

K realizaci nového univerzálního kabelového systému jsou tyto důvody:

- zastaralá instalace současné kabeláže
- zvýšení počtu stávajících přípojek
- potřeba připojení dalších místností do sítě
- nutnost připojení nového serveru

4. Teoretická východiska práce

Pod pojmem počítačová síť se dá jednoduše říct, že se jedná o dvě či více zařízení spolu navzájem propojená za účelem sdílení informací, zdrojů nebo obojího. Spojení může být uskutečněno pomocí kabelu (koaxiálního, kroucené dvoulinky nebo optickými kabely) nebo pomocí bezdrátových zařízení, která využívají radiové signály, technologii laseru, infračerveného paprsku nebo satelitního přenosu. Sdílenými informacemi a zdroji mohou být datové soubory, aplikační programy, tiskárny, modemy nebo další hardwarová zařízení.

4.1 Typy sítí

Sítě se obecně dělí do dvou různých kategorií: *peer to peer* a *sítě založené na serverech*. Toto rozlišení je důležité, protože tyto dvě kategorie se od sebe velmi liší a nabízejí uživatelům odlišné schopnosti. Sítě peer-to-peer jsou jednodušší a méně nákladné, používají se v malých organizacích. Se sítěmi založenými na serverech se setkáte ve středně velkých a větších organizacích, kde je důležité zabezpečení, centralizovaná správa a vysoká provozní kapacita.

4.1.1 Síť peer-to-peer

Jedná se o jednoduchý a přímý způsob použití sítí, které propojuje počítače a umožňuje tak základní sdílení souborů. Nejsou zde žádné vyhrazené servery a mezi počítači neexistuje žádná hierarchie. Protože jsou si všechny počítače rovné, označují se *peer* (druzi). Každý počítač slouží jako klient i server a není žádný administrátor odpovědný za celou síť – uživatel každého z počítačů stanovuje, jaká data se budou sdílet v síti. Všichni uživatelé mohou sdílet jakýkoli ze svých prostředků způsobem, který si sami zvolí. Patří sem data ve sdílených adresářích, tiskárny, faxy atd. Síť peer-to-peer se také často nazývají *pracovní skupiny* (což označuje malou skupinu lidí), protože v nich je zpravidla deset či méně počítačů.

V síti peer-to-peer nevyžaduje síťový software stejný standard pro výkon nebo zabezpečení jako síťový software určený pro vyhrazené serverové systémy. Schopnost

připojení do sítě peer-to-peer je ve skutečnosti vestavěná v mnoha oblíbených operačních systémech (jako je Windows XP, Vista, MacOS, Unix/Linux a dalších). To znamená, že síť peer-to-peer můžeme nastavit bez jakýchkoli dalších síťových operačních systémů.

Zabezpečení je skutečně slabou stránkou prostředí peer-to-peer. Všeobecně vzato spočívá *zabezpečení* (tj. ochrana počítačů – a dat v nich uložených – před neověřeným přístupem) v sítích peer-to-peer v nastavení hesla pro složku, která je v síti sdílena. Všichni uživatelé sítě nastavují své vlastní zabezpečení a proto může také dojít k tomu, že někteří uživatelé nemusí implementovat vůbec žádné prostředky zabezpečení. Shrneme-li tyto aspekty, je síť peer-to-peer často nejlepším řešením, pokud:

- Je pouze malý počet uživatelů – vývojáři obvykle stanovují limit deseti uživatelů, ačkoli jich jistě může být i více.
- Uživatelé sdílí prostředky (jako jsou soubory a tiskárny), ale neexistují žádné specializované servery.
- Zabezpečení není považováno za problém.
- Se předpokládá, že organizace (a síť) bude růst jen omezeně. (1).

4.1.2 Síť založené na serverech

Ve většině síťových řešení nejsou schopnosti sítí peer-to-peer dostatečné. Omezené možnosti provozu a otázky zabezpečení/správy často znamenají, že síť musí používat vyhrazené servery. *Vyhrazený* server je počítač, který funguje pouze jako server poskytující soubory a správu prostředků – není používán jako klient nebo pracovní stanice. Servery jsou optimalizovány pro rychlé zpracování požadavků od velkého počtu síťových klientů a zajišťují zabezpečení souborů a adresářů. Díky tomu se sítě založené na serverech staly standardními modely pro moderní sítě společností. Sítě založené na serverech jsou známé také jako síť *klient/server* (někdy označované jako *dvouvrstvé* architektury). Rozdíl mezi sítí klient/server nebo peer-to-peer není v propojení hardwaru a fyzické sítě, ale v použití operačního systému a dalšího síťového software. (1).

4.2 Síťový hardware

Síťový hardware má obrovský vliv na rychlost, kvalitu a celkový výkon sítě. Mezi síťový hardware, který budu popisovat v této kapitole patří rozbočovače, mosty, směrovače, síťové karty a kabely.

4.2.1 Rozbočovače (switch)

Jednoduše řečeno je *rozbočovač* centrálním spojovacím zařízením, které propojuje počítače v hvězdicové topologii. Rozbočovače jsou v moderních sítích standardním zařízením a dělí se na *pasivní* nebo *aktivní*. Pasivní rozbočovač vůbec nezpracovává data – jde jen o propojovací panel. Naproti tomu obnovují aktivní rozbočovače (někdy nazývané opakovače) data, aby udržely příslušnou sílu signálu. Některé rozbočovače mají také schopnost zpracovávat další úkoly, jako je přesměrování, směrování a přepínání.

4.2.2 Směrovače (router)

Když pracujeme ve složitějších síťových prostředcích, která používají segmenty sítě – každý s jinými protokoly a architekturami – most je často pro rychlou a efektivní komunikaci mezi jednotlivými segmenty nedostatečný. Taková složitá síť vyžaduje propracovaná zařízení, která znají adresy každého segmentu, stanovují nejlepší cestu pro odesílání dat a filtrují data vysílaná na místní segmenty. Tento typ zařízení se nazývá *směrovač* (router). Stejně jako most, mohou směšovače filtrovat a izolovat data posílaná sítí a mohou také připojovat segmenty sítě. Směšovače mohou navíc přepínat a směrovat pakety přes více sítí. Směšovače mají přístup k více informacím o paketech než most a používají tyto informace ke zdokonalení přesunu paketů. Používají se ve složitých sítích, protože poskytují lepší správu přenosu dat.

4.2.3 Síťové karty

Síťová karta (NIC – network interface card, také známá jako adaptér LAN) funguje jako rozhraní mezi samostatným počítačem (serverem nebo klientem) a síťovými kabely. Uvnitř musí karta NIC identifikovat počítač v síti a načíst do vyrovnávací paměti data

mezi počítačem a kabelem. Při odesílání dat musí karta NIC převést data z paralelních bajtů na sériové bity (poté znovu zpět během přijímání). Na straně sítě musí karta NIC vygenerovat elektrické signály, které cestují prostřednictvím sítě, řídit přístup k síti a vytvořit fyzické připojení ke kabelu. Každý počítač v síti musí mít alespoň jeden nainstalovaný port NIC.

4.2.4 Kabeláž

Sítě všech velikostí a konfigurací jsou založeny na fyzické *kabeláži*, která spojuje všechny počítače a další hardware dohromady. Kabeláž (také označovaná jako *síťové médium*) přichází v mnoha různých konfiguracích, avšak mezi běžné typy kabelů používaných pro běžné sítě patří nestíněná kroucená dvojlinka (UTP), koaxiální kabel, stíněná kroucená dvojlinka (STP) a optický kabel (FO). Tři hlavní aspekty kabeláže:

- Odolnost vůči *přeslechu* (elektřina probíhá mezi páry drátů ve stejném kabelu).
- Odolnost vůči narušení z vnějšku elektrického pole (šum vytvářený elektrickými motory, převaděči a vysílači).
- Snadnost instalace.

Toto jsou důležité aspekty, protože kabely odolné vůči přeslechu a narušení mohou běžet déle a podporovat vyšší hodnoty přenosu dat. Například koaxiální kabely a kabely STP mají ve vnější vrstvě tenkou kovovou fólii, která nabízí dobrou odolnost vůči elektrickému šumu, avšak fólie navíc vytváří větší, tlustší kabel, který lze hůře protáhnout instalačními trubkami a zdmi během instalace. Kabel UTP je tenčí a jeho instalace je snazší, nabízí však menší odolnost vůči elektrickému šumu. Oproti tomu nese optický kabel místo elektrických impulsů světelné signály, takže je odolný vůči přerušení dodávky elektřiny. To oproti kabelu umožňuje přenášet signály rychleji a dále, než je tomu u jakéhokoli jiného kabelu. Optický kabel je bohužel mnohem dražší, než jiné typy kabelů a správná instalace vyžaduje specializované nástroje a zkušenosti.

(1).

4.3 Rozdělení sítí

Dělit sítě můžeme dle fyzických vlastností nebo charakteristik programového vybavení, které na nich běží. Dělit sítě do různých kategorií můžeme například dle následujících kritérií:

- Fyzický tvar
- Metody administrace
- Síťový operační systém
- Protokolu
- Topologie
- Architektura

Uvedeme si rozdělení pouze podle fyzického tvaru, protokolu, topologie sítě a architektury. (8).

4.3.1 Dělení sítí dle fyzického tvaru

Jednou z metod dělení sítí je kategorizace dle fyzického tvaru, což je termín, který zahrnuje geografickou rozlohu, na které se síť rozpíná, a s menší důležitostí, jak je síť celkově velká. Při použití této metody můžeme zařadit sítě víceméně do následujících tří kategorií:

- Lokální síť (LAN – local-area network)
- Metropolitní síť (MAN – metropolitan-area network)
- Rozsáhlá síť (WAN – wide-area network)

Tyto kategorie se průběžně vzájemně doplňují v závislosti na velikosti sítě, což není nic jiného než množství připojených počítačů a uživatelů (LAN je většinou menší než MAN, která by měla být zase menší než WAN). Jsou také víceméně odlišeny na základě nesporných finančních nákladů (zřídit a udržovat síť WAN je obecně mnohem dražší, než LAN), avšak nejdůležitějším faktorem, který takovéto členění ovlivňuje je geografická rozloha, kterou síť pokrývá.

Charakteristiky sítě LAN

Termín LAN představuje síť, která je limitována na určitý prostor, tedy počítače, které jsou v síti zapojeny jsou fyzicky umístěny blízko u sebe. Velikost sítí LAN se však může velice významně lišit v závislosti na počtu počítačů a uživatelů do sítě zapojených. Síť LAN se může skládat ze dvou počítačů umístěných několik metrů od sebe v kanceláři nebo doma nebo může také zahrnovat několik stovek počítačů rozpínajících se hned přes několik podlaží mrakodrapu nebo v některých případech dokonce spojující několik budov.

Charakteristika sítě MAN

Síť MAN se skládá ze dvou nebo více sítí typu LAN navzájem propojených na oblasti zhruba odpovídající rozloze většího města – proto metropolitní. Typická síť MAN je vysokorychlostní a veřejná. Zkratka MAN je používána mnohem méně, než obecně známé termíny LAN a WAN, protože síť tohoto typu je mnohem méně implementována. Většina sítí se vejde do budov nebo maximálně komplexů budov, a proto spadá do kategorie LAN, nebo se pne na velké vzdálenosti s přístupovými body v různých městech, státech nebo dokonce zemích, a proto je poté nazývána WAN.

Charakteristika sítě WAN

WAN je typ sítě, která se rozpíná na široké zeměpisné vzdálenosti. Nejlepším a nejznámějším příkladem sítě WAN je pochopitelně Internet. WAN může být však i síť privátní. WAN se obecně skládá z většího množství propojených sítí LAN. Způsob přenosu data v rámci sítí WAN je jak po privátních, tak veřejných nosičích. Sítě WAN jsou v porovnání s LAN rychlejší. WAN jsou rozděleny buďto jako distribuované nebo centralizované. *Distribuovaná síť WAN*, jako je třeba Internet, nemá žádný centrální kontrolní bod. *Centralizovaná síť WAN* je závislá na centrálním serveru (například vedení společnosti), na které jsou všechny ostatní počítače napojeny. (8).

4.3.2 Dělení sítí podle protokolu

V některých případech jsou sítě členěny dle protokolu, který používají pro komunikaci. Síťové protokoly jsou určitá pravidla, dle kterých mají být počítače v síti propojeny a jejich vzájemná komunikace udržována. Nejznámější protokoly pro sítě LAN jsou NetBEUI, IPX/SPX a TCP/IP.

Sítě NetBEUI

Malá síť LAN používající operační systém Microsoft může komunikovat pomocí protokolu NetBEUI (což znamená NETBIOS Extended User Interface) je založen na protokolech NEJBIOS (Network Basic Input/Output System) vyvinutý firmou IBM pro práce v pracovních skupinách. Je třeba si říci, že jednou z vlastností protokolu NetBEUI je, že takováto síť nemůže být směrována (routována). To znamená, že pokud máte síť rozdělenou na několik podsítí, budete muset použít jiného protokolu sítě LAN proto, aby mohly počítače z jedné podsítě komunikovat s počítači v podsíti druhé.

Mezi výhody protokolu NetBEUI je jeho jednoduchost a malé nároky na výkon. Je rychlý a nevyžaduje žádnou náročnost a složitou konfiguraci.

Sítě IPX/SPX

Protokol Internet Package Exchange/Sequenced Packet Exchange (IPX/SPX) využívá jako svůj protokol pro sítě LAN firma Novell – je tedy vyžadován pro všechny sítě Netware před verzí 5.0.

IPX/SPX bývá často spojován se sítěmi Netware, ale je třeba říci, že není omezen pouze na tyto. Pracovní skupina nebo doména systémů Microsoft může tento protokol využívat taktéž. V systémech Windows Microsoft zahrnul svou vlastní implementaci protokolu IPX/SPX pod názvem NWLink.

IPX/SPX vyžaduje minimální konfiguraci (výkonnější než NetBEUI, ale ne tolik, jako TCP/IP) a oproti TCP/IP nabízí vyšší rychlost.

Sítě TCP/IP

Navzdory skutečnosti, že se jedná o řešení nejpomalejší a nejnáročnější na konfiguraci, je sada protokolů TCP/IP zdaleka nejrozšířenější. Existuje několik dobrých důvodů, proč tomu tak je:

- TCP/IP využívá flexibilní adresní schéma, které je dobře směrovatelné, a to i v rámci rozsáhlých sítí.
- Takřka všechny operační systémy a platformy mohou s TCP/IP pracovat.
- Dostupná je celá řada nástrojů a pomůcek, některé jsou implementovány přímo v protokolu a některé jsou dodávány jako samostatné programy přímo ulehčující práci s TCP/IP.
- TCP/IP je protokolem globálního Internetu. Aby se mohl systém připojit do sítě Internet, musí na něm běžet protokol TCP/IP.

Většina velkých podnikových sítí běží právě na TCP/IP a je naprostou samozřejmostí, aby s tímto protokolem byl každý systémový administrátor seznámen. (8).

4.3.3 Dělení sítí dle topologie

Termín „topologie“ označuje způsob, jakým jsou počítače a další zařízení v síti propojeny kabely. Konkrétní typ kabelu, který použijete, stanovuje topologii vaší sítě. Nemůžete nainstalovat určitý typ kabelu za použití libovolné topologie. Pro instalaci každého konkrétního typu kabelu je nutné použít správnou topologii. Třemi hlavními topologiemi sítě LAN jsou sběrníková, hvězdicová a kruhová. V současné době se používá výhradně hvězdicová topologie.

Sběrníková topologie

Počítače zapojené ve sběrníkové topologii jsou propojeny v jedné linii a každý systém je kabelem spojen s dalším systémem. Tato konfigurace se často označuje jako uzavřený cyklus. Sběrníková topologie má vždy dva otevřené konce, jak ukazuje obrázek 4-1. Dva konce sběrnice musí být zakončeny elektrickými rezistory tak, že se signál

neodráží zpět do opačného směru, což by vedlo k interferenci s novějšími přenášenými signály.



Obrázek 4-1: Sběrníková topologie, Zdroj: <http://hw-chury.ic.cz/data/pages/network.html>

Mezi výhody sběrníkové topologie patří:

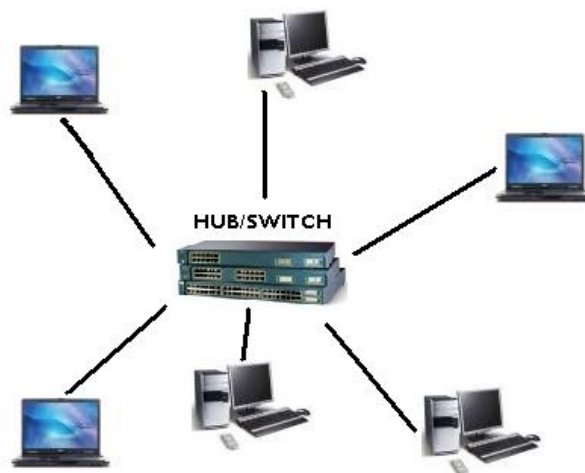
- Snadná realizace a snadné rozšíření již stávající sítě.
- Nevyžaduje tolik kabeláže jako např. hvězdicová topologie.
- Vhodná pro malé nebo dočasné sítě, které nevyžadují velké rychlosti přenosu.

Mezi nevýhody sběrníkové topologie patří:

- Nesnadné odstraňování závad.
- Omezená délka kabelu a také počtu stanic.
- Pokud nastane nějaký problém s kabelem, celá síť přestane fungovat.
- Výkon celé sítě rapidně klesá při větších počtech stanic nebo při velkém provozu.

Hvězdicová topologie

Hvězdicová topologie používá centrální zařízení nazývané rozbočovač nebo koncentrátor. Každý počítač je připojen k rozbočovači samostatným kabelem, jak ukazuje obrázek 4-2. Hvězdicová topologie používá kabely UTP nebo STP. Hvězdicovou topologii používá většina sítí Ethernet LAN a mnoho sítí LAN používajících jiné protokoly.



Obrázek 4-2: Hvězdicová topologie, Zdroj: <http://hw-chury.ic.cz/data/pages/network.html>

Mezi výhody hvězdicové topologie patří:

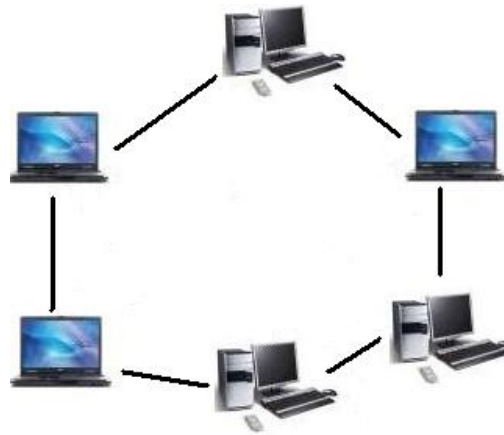
- Pokud selže jeden počítač nebo kabel nebude fungovat spojení pouze pro jednu stanici a ostatní stanice mohou vysílat i přijímat nadále.
- Dobrá výkonnost v porovnání se sběrnicovou topologií. To souvisí s tím, že na jednom kabelu je připojen pouze jeden počítač a tudíž jednak nedochází ke kolizím mezi pakety a také může současně přenášet data více počítačů.
- Snadno se nastavuje a rozšiřuje.
- Závady se dají snadno nalézt.

Mezi nevýhody hvězdicové topologie patří:

- U větších sítí vyžadováno velké množství kabelů - ke každému počítači jeden.
- V případě selhání centrálního síťového prvku přestane fungovat celá síť.

Kruhová topologie

Kruhová topologie se podobá sběrnicové topologii v tom, že každý počítač je propojený s dalším počítačem. Místo ukončení obou konců jsou však tyto spojeny dohromady ve formě kruhu, jak je vidět na obrázku 4-3. Toto propojení způsobuje, že signály cestují cyklicky od jednoho počítače k dalšímu a nakonec se vrátí k počátečnímu bodu.



Obrázek 4-3: Kruhová topologie, Zdroj: <http://hw-chury.ic.cz/data/pages/network.html>

Mezi výhody kruhové topologie patří:

- Přenos dat je relativně jednoduchý, protože packety se posílají jedním směrem.
- Přidání dalšího uzlu má jen malý dopad na šířku pásma.
- Nevznikají kolize
- Náklady jsou menší než u hvězdicové topologie.

Mezi nevýhody kruhové topologie patří:

- Data musí projít přes každý počítač mezi odesílatelem a příjemcem, což zvyšuje dobu trvání přenosu.
- Pokud se zhroutí jeden uzel, zhroutí se s ním celá síť a data nemohou být správně přenášena.
- Je těžké najít a odstranit závadu.
- Protože jsou všechny stanice navzájem propojené, musí se kvůli přidání nového uzlu dočasně vypnout celá síť. (8).

4.3.4 Dělení sítí dle architektury

Obecně řečeno, *architektura sítě* zahrnuje určitou sadu specifikací definujících fyzické a logické topologie, použitý typ kabelu, vzdálenostní omezení, metody přístupu, velikost paketů, hlaviček a ještě mnoho dalších faktorů.

Nejpopulárnější současnou architekturou sítí LAN je Ethernet. Mezi další patří Token Ring, AppleTalk a ARCnet.

Ethernet

Když lidé hovoří o sítí LAN, mají většinou na mysli síť Ethernet LAN. Od svého vývoje byla tato síť mnohokrát zdokonalována, aby uspokojila měnící se požadavky na trhu. Do dnešního dne se Ethernet ve všech svých normalizovaných variantách (pod označením IEEE 802.3) ve světě sítí prosadil v 80% všech instalovaných sítí. Přehled specifikací 802.3:

Ethernet - původní varianta s přenosovou rychlostí 10 Mbit/s. Definována pro koaxiální kabel, kroucenou dvojlinku a optické vlákno.

- 10BASE-5 (tlustý Ethernet): jeho základem byl tlustý koaxiální kabel a sběrníková topologie.
- 10BASE-2 (tenký Ethernet): šlo o standard velmi rozšířený, používající tenký koaxiální kabel, tedy sběrníkovou topologii.
- 10BASE-T (kabeláž kroucenou dvojlinkou): ve své době hodně používaná norma. Jejím základem je kroucená dvojlinka, hub (později switch) a topologie hvězda.

Fast Ethernet - rychlejší verze s přenosovou rychlostí 100 Mbit/s definovaná standardem IEEE 802.3u. Převzala maximum prvků z původního Ethernetu (formát rámce, algoritmus CSMA/CD apod.), aby se usnadnil, urychlil a zlevnil vývoj. V současnosti ji lze považovat za základní verzi Ethernetu. Je k dispozici pro kroucenou dvojlinku a optická vlákna.

- 100BASE-TX pracuje na kabeláži s nestíněnou kroucenou dvojlinkou kategorie 5 s využitím dvou párů. Maximální délka segmentu může být 100 m.
- 100BASE-T4 je starší normou, používající rozvody starší kroucenou dvojlinku kategorie 3 a 4 (lze použít i kategorii 5). Maximální délka segmentu je 100 m.

Gigabitový Ethernet - zvýšil přenosovou rychlost na 1 Gbit/s. Opět recykloval co nejvíce prvků z původního Ethernetu, teoreticky i algoritmus CSMA/CD. V praxi je ale gigabitový Ethernet provozován pouze přepínače s plným duplexem. Důležité je především použití stejného formátu rámce. Původně byl definován pouze pro optická vlákna (IEEE 802.3z), později byla doplněna i varianta pro kroucenou dvojlinku (IEEE 802.3ab).

- 1000BASE-SX
- 1000BASE-LX
- 1000BASE-CX
- 1000BASE-T
- 1000BASE-TX

Desetigigabitový Ethernet - představuje zatím poslední standardizovanou verzi. Jeho definice byla jako IEEE 802.3ae přijata v roce 2003. Přenosová rychlost činí 10 Gbit/s, jako médium zatím slouží hlavně optická vlákna a opět používá stejný formát rámce. Algoritmus CSMA/CD byl definitivně opuštěn, tato verze pracuje vždy plně duplexně. V současnosti (2008) byla vyvinuta jeho specifikace pro kroucenou dvojlinku s označení IEEE 802.3an. Začíná se zavádět.

- 10GBASE-SR je zamýšlený pro krátké vzdálenosti od 26 do 82 m a pro mnohovidový kabel.
- 10GBASE-LX4 s mnohovidovými kabely je schopný přenášet data od 240 do 300m, s jednobodovým kabelem až na vzdálenost 10 km.
- 10GBASE-LR a –ER pracují s jednobodovými kabely, přenosová vzdálenost je 10 a 40 km. (8).

4.4 Základy kabelových rozvodů

4.4.1 Strukturovaná kabeláž

K řešení kabelových rozvodů se v poslední době používá převážně tzv. strukturovaná kabeláž. Pojem strukturovaná kabeláž označuje souhrn doporučení k řešení kabelových rozvodů, ke kterým dospěli návrháři těchto rozvodů v minulých letech. Tato doporučení se v důsledku rychlého vývoje v kabelážové technologii dynamicky mění a doplňují. To také vede k častým úpravám a aktualizacím stávajících norem, které by měly být při instalaci dodržovány. Jde hlavně o dodržení maximálních povolených délek, typů a parametrů kabelů a příslušných pasivních prvků. Základními normami pro strukturované kabeláže jsou:

- ČSN EN 50173-1 Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy
Část 1: Všeobecné požadavky a kancelářské prostředí.
- ČSN EN 50174-1 Informační technika – Instalace kabelových rozvodů
Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality.
- ČSN EN 50174-2 Informační technika – Instalace kabelových rozvodů
Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách.
- ČSN EN 50174-3 Informační technologie – Kabelová vedení
Část 3: Projektová příprava a výstavba vně budov.

Kromě těchto základních norem je nutné dodržovat ještě další normy, např. pospojování a zemnění, ochrana před bleskem, atd. (2).

Výběr definic uvedených v normě ČSN EN 50173-1:

Kabel (cable) – sestava jedné nebo více kabelových jednotek téhož typu a kategorie pod jedním pláštěm; může obsahovat celkové stínění.

Kabeláž (cabling) – systém telekomunikačních kabelů, šňůr a spojovacích prostředků, který podporuje provoz zařízení informační technologie.

Kanál (channel) – přenosová cesta mezi dvěma koncovými body, spojující dvě libovolná zařízení pro specifickou aplikaci; kanál zahrnuje připojovací šňůry zařízení a šňůry pracoviště.

Šňůra (cord) – kabelová jednotka nebo prvek s minimálně jedním zakončením.

Rozvodný uzel (distributor) – výraz používaný pro soubor prvků (např. přepojovacích panelů, propojovacích šňůr), které se používají ke vzájemnému propojení kabelů.

Univerzální kabeláž (generic cabling) – strukturovaný telekomunikační kabelážní systém, který je schopen podporovat široký rozsah aplikací; technické prostředky pro specifické aplikace nejsou součástí univerzální kabeláže.

Horizontální kabel (horizontal cable) – kabel, spojující rozvodný uzel podlaží s telekomunikačním vývodem (vývody) nebo konsolidačním bodem (body).

Spoj (link) – přenosová cesta mezi dvěma libovolnými rozhraními univerzální kabeláže; nezahrnuje šňůry zařízení a šňůry pracoviště.

Propojovací šňůra (patch cord) – šňůra používaná k provedení spojení na přepojovacím panelu.

Přepojovací panel (patch panel) – přepojovací pole určené k používání propojovacích šňůr.

Koncové zařízení (terminal equipment) – zařízení pro specifické aplikace umístěné v pracovním prostoru.

Telekomunikační vývod (telecommunication outlet) – pevné připojovací zařízení, kterým je ukončen horizontální kabel; telekomunikační vývod je opatřen rozhraním pro kabeláž pracoviště.

Pracoviště (work area) – prostor v budově, kde pracovníci přicházejí do styku s telekomunikačním koncovým zařízením.

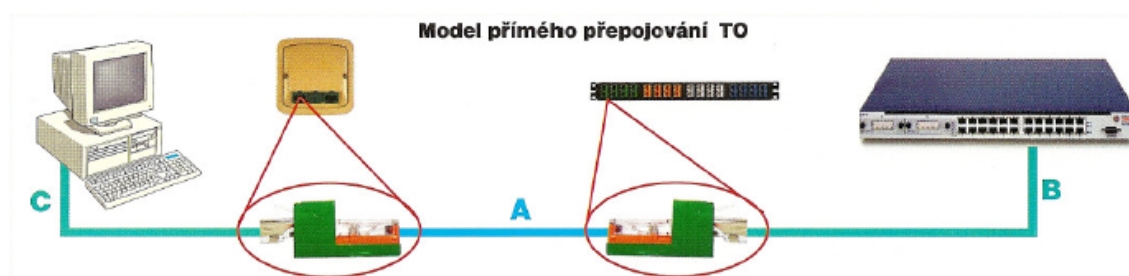
Šňůra pracoviště (work area cord) – šňůra, spojující telekomunikační vývod s koncovým zařízením. (2).

Strukturovanou kabeláž můžeme systémově rozdělit do následujících částí:

- horizontální sekce
- pracovní sekce
- páteřní sekce
 - páteřní rozvody budovy
 - páteřní rozvody areálu
- datový/telekomunikační rozvaděč – uzel

Horizontální sekce

Název horizontální sekce neznámá, že se kabely v této části vedou pouze v horizontální rovině. Název je odvozen od zařazení v obecném schématu kabelážního systému. Horizontální sekce kabeláže je ta její část, která provádí rozvod z uzlu (datového/telekomunikačního rozvaděče) k jednotlivým uživatelským výstupům – datovým/telekomunikačním výstupům – TO (Telecommunications outlet). TO je realizován většinou účastnickou zásuvkou, zakončenou v datovém rozvaděči (DR) je provedeno většinou zakončením na přepojovacím panelu (Patch Panel). Fyzická topologie horizontální sekce je vždy hvězda.



Obrázek 4-4: Horizontální sekce s metalickými kabely, Zdroj: JORDÁN, V. *Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální kabeláže.*

Horizontální sekce je tvořena linkou A o maximální délce 90 m. Vždy musí být použit kabel typu drát. Jedna strana linky je zakončena v Jacku RJ45 v datové zásuvce TO (pozice TO se nazývá „Port“), druhá strana v datovém rozvaděči – obvykle Jacku RJ45 přepojovacího panelu. Z hlediska přenosových vlastností je velmi dobré, pokud je linka z obou stran zakončena stejným typem Jacku s použitím stejné zářezové technologie.

Od rozvaděče je veden k datové zásuvce takový počet kabelů (linka A), kolik obsahuje datová zásuvka portů. Při návrhu kabelové trasy od rozvaděče k datové zásuvce je potřeba dbát na její dostatečnou kapacitu včetně kapacitní rezervy, ošetřit otázku ohybů kabelů a nezapomenout v případě zatahování kabelů do chrániček na rezervu pro snadnou průchodnost kabelů.

Na linku navazuje v datovém rozvaděči pracovní vedení – šňůra zařízení (propojovací kabel zařízení – část B), v datové zásuvce pracovní vedení – šňůra pracoviště (připojovací kabel pracoviště – část C). Horizontální linka včetně pracovních vedení na obou koncích tvoří horizontální kanál. Jeho maximální povolená délka je 100 m.

Pracovní sekce

Z hlediska topologie pracovní sekce pouze lineárně prodlužuje linky horizontální nebo páteřní sekce. Nemá tedy vlastní topologii, ale podřizuje se topologii připojované sekce. Pracovní sekci tvoří přepojovací kabely tj. šňůra zařízení (strana v datovém rozvaděči) a připojovací kabely tj. šňůra pracoviště (připojení od TO – portu datové zásuvky k zařízení tj. počítači, telefonu atd.). Délka pracovního vedení v datovém rozvaděči by neměla překročit 5 m. V místech, kde je použita sestava TO pro více uživatelů by délka pracovního vedení pracoviště neměla přesáhnout 20 m. Ve všech případech musí být dodržena podmínka maximální povolené délky kanálu tj. 100 m. Metalické pracovní připojovací a přepojovací kabely musí být zhotoveny z pružného kabelu s vodičem typu lanko. (6).

4.4.2 Trasy

Trasy a datový rozvaděč ovlivňují kvalitu přenosu jen velmi málo, slouží především k uchycení a uložení kabelů, konektorů a zařízení.

Trasy mají nejčastěji formu plastových lišt nebo parapetních žlabů uchycených na zdi, někdy je možno použít korugované trubky ve zdech a ve speciálních případech se v podhledech nebo v zemi používají plechové kabelové žlaby. Víceméně nezáleží na zvolené technologii tras, pokud jsou splněny nutné podmínky pro instalaci kabelů. To se týká zejména optických kabelů, kde jsou definovány minimální poloměry ohybu kabelu a také některých kabelů kategorie 6, které se nesmí tahat, ale pouze pokládat do tras, což např. vylučuje vedení korugovanými trubkami.

4.4.3 Datový rozvaděč

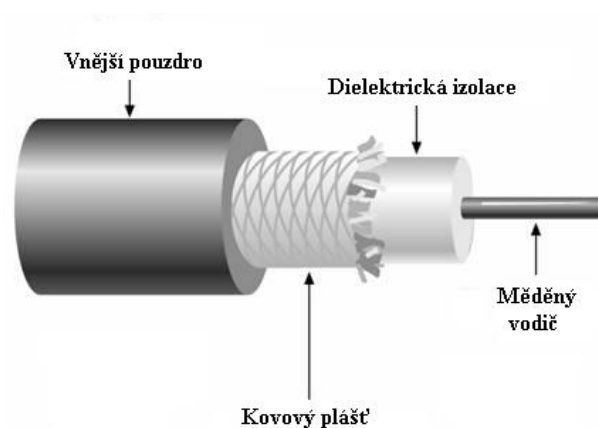
Datový rozvaděč je plechová skříň o rozměrech daných průmyslovými standardy. Neměnný parametr je vzdálenost předních stojek, která je 19 palců. Tím, že je tato šířka standardizovaná, lze do rozvaděče integrovat jak vývody kabeláže, tak i aktivní prvky, servery a další zařízení a tím pádem lze veškerou technologii infrastruktury koncentrovat v jednom místě, což je kromě důvodů organizačních výhodné i z důvodů bezpečnostních, protože rozvaděč lze opatřit zámekem a zamezit tak nežádoucí manipulaci s důležitými zařízeními. Hloubka a vnější šířka rozvaděčů se nejčastěji pohybují v rozmezí 600 - 1000 mm po 200 mm nebo 100 mm krocích. Posledním důležitým parametrem je výška rozvaděče, která se neudává vnějším rozměrem, ale výškou stojek, která se měří v tzv. unitech (značíme U), přičemž 1 U odpovídá 44,45 mm, neboli 1,75 palce. Rozvaděče o výšce člověka měří 42U. Jeden panel s jednou řadou vývodů kabeláže typicky mívá 1U, aktivní prvky 1U a servery 1U, 2U, 5U. Podle počtu zařízení a jejich výšky se pak určí, jak velký datový rozvaděč je potřeba. Existují i malé verze rozvaděčů pro zavěšení na zeď, ty mívají například 6U, ale při tom stále respektují šířku 19 palců pro instalaci panelů a zařízení.

4.4.4 Typy kabelů

Existují tři hlavní typy kabelu, ze kterých můžeme vybírat: koaxiální, kroucená dvojlinka a optické vlákno. Koaxiální kabel a kroucená dvojlinka přenášejí elektrické signály a jsou založeny na mědi. Optické kabely přenášejí světelné signály a skládají se ze skleněných či plastických vláken.

Koaxiální kabel

Koaxiální kabel se skládá ze dvou vodičů, kde jeden vodič obklopuje druhý, jak ukazuje obrázek 4-5. Vodič umístěný ve středu kabelu je tvořen měděným jádrem, které ve skutečnosti přenáší elektrické signály. Jádro obklopuje vrstva dielektrické pěnové izolace, která slouží k ochraně jádra před druhým vodičem, který je obvykle tvořen měděnými vlákny a funguje jako uzemnění kabelu.



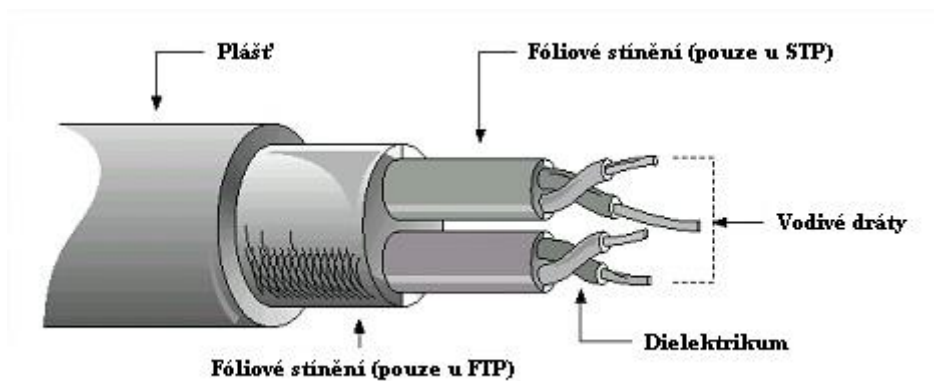
Obrázek 4-5: Koaxiální kabel, Zdroj: http://www.certificationzone.com/cisco/newsletter/SL/IE-RFT-WP1-F02_candc.html

Koaxiální kabely používají konektory BNC (bayonet-Neill-Concelman), který má kruhový průřez a bajonetový závit. Koaxiální kabel se používá ve spojení se sběrníkovou topologií. Rychlost kabelu je omezena na 10Mb/s, proto není příliš vhodný pro datové sítě. Ačkoli se tento typ kabelu v současné době stále používá pro mnoho aplikací jako jsou kabelové televizní sítě, pro dnešní nároky na datové síťové prostředí je nedostačující.

Kroucené dvojlinky

V současné době je kroucená dvojlinka viz obrázek 4-6 nejběžnějším typem kabelu používaným v komunikacích LAN s hvězdicovou topologií. Kroucená dvojlinka se vyskytuje v několika základních typech:

- UTP (Unshielded Twisted Pair) – nestíněný kroucený pár
- STP (Shielded Twisted Pair) – stíněný kroucený pár, stíněno opletením, nelze docílit 100% stínění
- ISTP (Individually Shielded Twisted Pair) - samostatně stíněný kroucený
- FTP (Foil Shielded Twisted Pair) - fólií stíněný kroucený pár, 100% stínění



Obrázek 4-6: Kroucená dvojlinka, Zdroj: <http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/Vyuka/S5030/Predn2/Prezent/ppframe.htm>

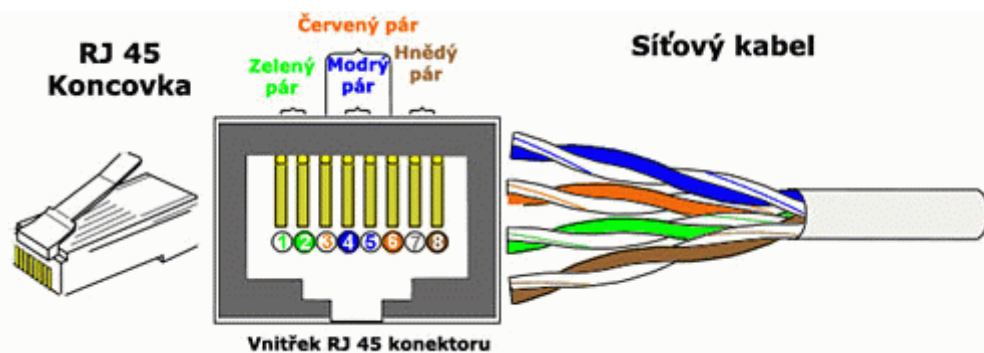
Nestíněná kroucená dvojlinka (UTP) je v dnešní době nejpoužívanější typ kabelu pro lokální síť. Skládá se ze čtyř kroucených měděných párů, kde každý drát je zvlášť izolován od ostatních. Kabel tedy obsahuje celkem osm měděných vodičů přenášejících elektrické informace, které jsou v aktivních prvcích transformovány do datových toků. Výhodou UTP je relativně nízká cena, příznivé přenosové parametry a značná flexibilita při pokládání nebo tahání kabelů.

Stíněná kroucená dvojlinka (STP) je v podstatě UTP, který je stíněn kovovým opletením. Toto řešení je odolnější proti elektromagnetickému rušení a odposlechům, nevýhodou je vyšší cena, větší tuhost kabelu a poměrně náročná instalace i provoz, kdy je potřeba udržovat všechny části sítě galvanicky propojené a uzemněné.

Fólií stíněná kroucená dvojlinka (FTP) je v podstatě analogie k STP, přičemž stínění je realizováno pomocí kovové folie, čímž je dosaženo vyšší úrovně stínění.

Individuálně stíněná kroucená dvojlinka (ISTP) je kabel, který má kromě stínění celého kabelu ještě zvlášť stíněný každý pár. Je tak navíc dosažena lepší izolace jednotlivých párů od sebe navzájem.

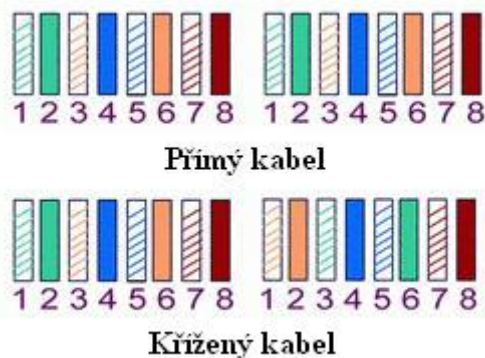
Konektory pro kroucené dvojlinky jsou označovány jako RJ-45, který je znázorněn na obrázku 4-7. Má obdélníkový průřez a na delší straně má osm vodičů kontaktů. RJ-45 může mít dvě podoby: samičí (zásuvka) nebo samčí. Používá-li se část kabelového rozvodu pouze pro telefony, využívá se konektoru RJ-11, což je užší verze konektoru RJ-45 většinou se čtyřmi kontakty. Stíněné konektory STP jsou mechanicky shodné s konektory UTP, akorát mají kolem sebe tenký kovový obal.



Obrázek 4-7: Konecovka RJ-45, Zdroj: http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=7543&Itemid=59&limit=1&limitstart=1

Pro přímé propojení mezi dvěma počítači, bez použití dalšího aktivního prvku (switch, router), se musí použít tzv. křížený kabel (v konektoru se přehodí dva páry vodičů). Pro

zapojení počítačů do sítě s použitím routeru nebo switche se musí použít kabel přímý, jak ukazuje obrázek 4-8.



Obrázek 4-8: Zapojení vodičů, Zdroj: http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=7543&Itemid=59&limit=1&limitstart=1

Důležitou informací u kabelu je jeho *kategorie (category)*. Kategorie kabelu je souhrn elektrických parametrů, které musí kabel splňovat. Vyšší číslo kategorie znamená lepší přenosové parametry kabelu. Stručně řečeno má dnes význam při instalaci nové strukturované kabeláže vybírat mezi kategorií 5E a 6. Kategorie 5E má smysl tam, kde víme, že nebudeme potřebovat vyšší rychlost přenosu po Ethernetu než je 1Gbit. Nebo je kabeláž instalována jen dočasně, případně je potřeba šetřit finanční prostředky. Kategorii 6 volíme, pokud chceme mít garantovanou rychlost Ethernetu 10Gbitů, pokud stavíme novou budovu nebo rekonstruujeme a je požadována morální životnost kabeláže 20 - 30 let.

Název kabelu	Standard	Označení	Rychlost přenosu	Konektor	Šířka pásma
Kroucená dvojlinka	100 Base - T	Kategorie 5	100 Mb/s	RJ - 45	100 MHz
Kroucená dvojlinka	1000 Base - T	Kategorie 5E	1000 Mb/s	RJ - 45	125 MHz
Kroucená dvojlinka	1000 Base - TX	Kategorie 6	1000 Mb/s	RJ - 45	250 MHz
Kroucená dvojlinka	1000 Base - TX2	Kategorie 7	1000 Mb/s	GC45, TERA	600 MHz

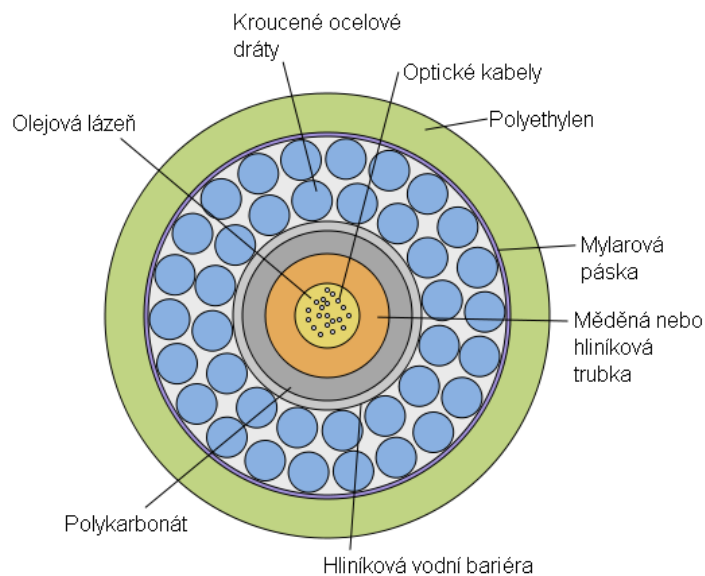
Tabulka 4-1: Vlastnosti kroucené dvojlinky,

Zdroj: HORÁK, J. *Počítačové sítě pro začínající správce*.

Optické kabely

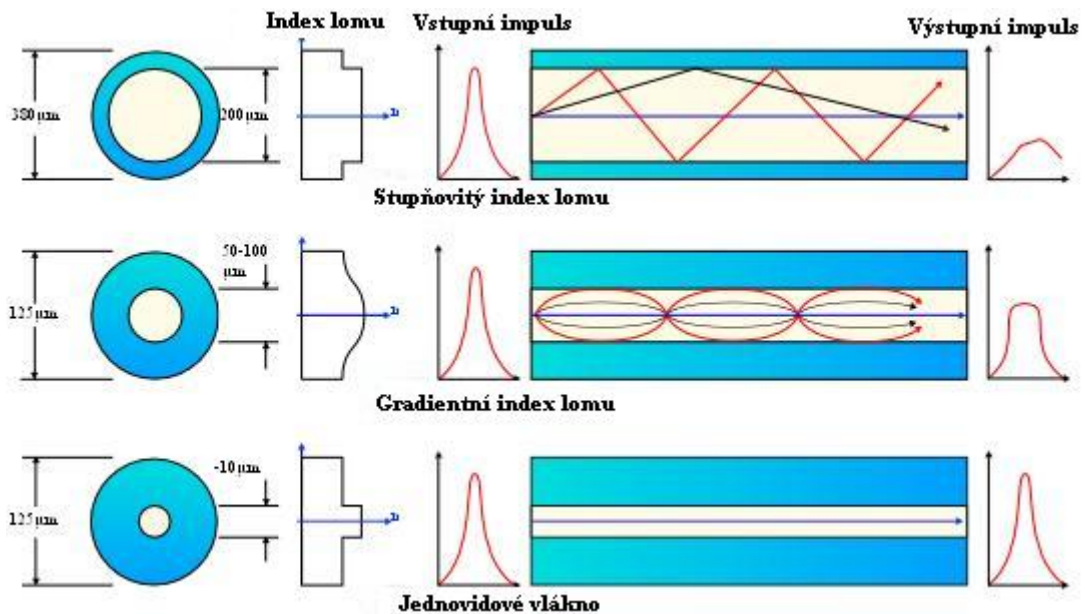
Optický kabel se skládá z čírého skleněného nebo čírého plastického jádra, které nese světelné impulsy. Jádro je obklopeno zrcadlovou vrstvou, která se nazývá obalový plášť; okolo tohoto pláště je vrstva plastického distančního proužku; poté následuje ochranná vrstva tvořená tkanými kevlarovými vlákny; toto všechno je nakonec pokryto vnější vrstvou z teflonu nebo PVC (viz obrázek 4-9).

Optické kabely dovolují propustnost v řádu Tbit/s (10^{12} bit/s) a teoreticky využitelná šířka pásna je 200 THz. Podstatou optického přenosu je přeměna elektrického informačního signálu na optický. Tato konverze se provádí ve zdroji záření, kterým je svítící dioda (LED, Light Emitting Diode) nebo laserová dioda. LED jsou levnější a nabízejí menší šířku pásma než lasery.



Obrázek 4-9: Řez optickým kabelem, Zdroj: <http://www.xmaestro.com/view.php?cisloclanku=2007100064>

Mezi dva primární typy kabelu s optickým vláknem patří jednobodový (single mode) režim a mnohobodový (multimode) režim. Hlavním rozdílem je tloušťka jádra a pouzdra jak ukazuje obrázek 4-10.



Obrázek 4-10: Princip přenosu světelného signálu, Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Optical_fiber_types.svg

Signál nesený jednobodovým vláknem používá jako světelný zdroj laser s jednou vlnovou délkou a mnohovidové vlákno používá svítící diodu LED a je schopno přenášet více vlnových délek. Protože jednobodové vlákno používá laser s jednou vlnovou délkou, může přenášet signály na velmi dlouhé vzdálenosti. Mezi nejpoužívanější konektory patří konektor SC (subscriber connector) nebo ST (straight tip). (1).

Srovnání jednotlivých typů kabelů

Závěrem uvádím tabulku, v níž jsou shrnuty vlastnosti dnes používaných typů kabelů. Tedy kroucené dvojlinky a optického kabelu. (5).

Typ kabelu	Výhody	Nevýhody	Použití
Kroucená dvojlinka	Levná, jednoduchá montáž, rychlost 100 a 1000 Mb/s.	Musí se používat aktivní prvek - switch.	Dnes standard.
Optický kabel	Rychlost 100 a 1000 Mb/s, odolnost proti rušení, přenos na dlouhé vzdálenosti. Galvanické oddělení spojovaných sítí.	Drahé příslušenství a montáž (především konektorů).	Pro propojování jednotlivých sítí nebo budov.

Tabulka 4-1: Srovnání kabelů,

Zdroj: HORÁK, J. *Počítačové sítě pro začínající správce*.

4.4.5 Způsob značení linek

Pro vlastní identifikaci jednotlivých linek existují dva způsoby vytvoření identifikačního kódu. Přímý kód a reverzní (zpětný) kód. Přímý kód vychází z filozofie přiřazení portu datové zásuvky určitému portu přepojovacího panelu. Z toho vyplývá nutnost definovat v kódu číslo objektu, číslo podlaží, číslo místnosti na podlaží, číslo zásuvky v místnosti a číslo portu v zásuvce v jednom znakovém řetězci kódu. Takto vygenerovaný kód bude uveden nebo vyznačen nad příslušným portem přepojovacího panelu i datové zásuvky. Z množství informací, které přímý kód obsahuje lze očekávat u běžných objektů jeho délku v rozsahu 8 až 12 znaků. Tento stav je do značné míry nevhodný, protože při velikosti portu bude kód při této délce již nečitelný (musí být vytištěn malým písmem).

Problém čitelnosti kódu a dostatečného rozsahu řeší druhá varianta – reverzní (zpětný) kód. Již název napovídá, že filozofie tvorby tohoto kódu je zcela opačná. Portu příslušné zásuvky je přiřazen port určitého přepojovacího panelu v určitém rozvaděči. (6).

4.5 Referenční model OSI

V roce 1984 vyvinula společnost International Organization for Standardization (ISO), globální federace národních organizací referenční model OSI (Open Systems Interconnection). Model popisuje, jak se informace z aplikace v jednom počítači přemísťují síťovými médii do aplikace v jiném počítači.

Model OSI může být rozdělen do dvou kategorií: horní a dolní vrstvy. Horní vrstvy (5-7) souvisejí s aplikacemi a obvykle jsou implementovány v softwaru. Dolní vrstvy (1-4) souvisejí s přenosem informací v síti a mohou být implementovány v hardwaru, softwaru nebo firmwaru.

Pro svoji činnost využívá každá vrstva služeb své sousední, v hierarchii nižší vrstvy (pokud taková existuje). Svoje vlastní služby pak poskytuje sousední vyšší vrstvě (pokud taková existuje), viz obrázek 4-11.



Obrázek 4-11: Referenční OSI model, Zdroj: <http://emp.wz.cz/>

Vrstva 1 – Fyzická (Physical) – definuje elektrické vlastnosti sítě. V této vrstvě fungují všechny fyzické prostředky – přenosová média – kterými proudí informace, síťový adaptér ve vašem počítači. Na této úrovni mají informace podobu elektrických nebo akustických impulsů, které jsou zastoupeny jedničkami a nulami binární datové struktury. Na této vrstvě pracují zařízení, která neumí rozlišit tok dat, pouze přijímají, vysílají a přenášejí impulsy. Jedná se o kabeláž, převodníky médií, síťové adaptéry a opakovače.

Vrstva 2 – Datová (Data link) – Tato vrstva definuje přístupovou strategii pro sdílení fyzických prostředků. Přípravuje informace o datech, která obdrží z horních vrstev pro přenos prostřednictvím určitého média, které je nainstalováno. Úkolem vrstvy je synchronizace na úrovni rámců, zajištění spolehlivosti, řízení toku, přístup ke sdílenému médiu. Na této vrstvě pracují zařízení, která dokáží zjistit, kam mají být data doručena a posílají je nejvhodnější cestou. Jsou ovšem omezena pouze na lokální síť. Jedná se o přepínače (switch, případně bridge).

Vrstva 3 – Síťová (Network) – síťová vrstva, ve které nalezneme protokol IP, je odpovědná za definování procesů a úkolů požadovaných pro směrování paketů v sítích. Vrstva 3 se v rámci této funkce zajímá o logické adresy zdrojových a cílových zařízení

a všech dalších zařízení – směšovačů – které souvisí s přenosem paketů v síti. Tato vrstva je také odpovědná za stanovení trasy v síti.

Vrstva 4 – Transportní (Transport) – v transportní vrstvě se setkáme s protokolem TCP. Standardy připisují této vrstvě odpovědnost za zajištění spolehlivosti a integrity dat, kterou přebírá od relační vrstvy (vrstva 5). Musí zajistit doručení a adresování každé ohlášené nebo zjištěné chyby.

Vrstva 5 – Relační (Session) – hlavní funkcí relační vrstvy je vytvářet, spravovat a ukončovat relace mezi dvěma komunikujícími prezentačními entitami. Relace je řada souvisejících přenosů orientovaných na připojení mezi komunikujícími subjekty. Vytvoření relace může vyžadovat ověření uživatelského účtu a stanovení typu komunikace, která se uskuteční.

Vrstva 6 – Prezentační (Presentation) – úkolem vrstvy je definovat formáty dat, což slouží k poskytování množství služeb aplikačních vrstvě. Mezi úkoly prováděných v této vrstvě patří konverze protokolu, šifrování/dešifrování a rozšíření grafických prvků.

Vrstva 7 – Aplikační (Application) – Je to v modelu vrstva nejvyšší. Definuje způsob, jakým komunikují se sítí aplikace, například databázové systémy, elektronická pošta nebo programy pro emulaci terminálů. Do této vrstvy se řadí tyto služby a protokoly: FTP, DNS, DHCP, POP3, SMTP, SSH, Telnet, TFTP atd. Používá služby nižších vrstev a díky tomu je izolována od problémů síťových technických prostředků. Je softwarová.
(7).

4.6 Postup návrhu kabelového rozvodu

Při vytváření návrhu kabelového systému je potřeba dodržet několik základních výchozích předpokladů. Jsou jimi např. dodržení maximální délky kabelu mezi panelem a zásuvkou do 90ti metrů, zajištění co nejméně rušeného prostředí pro vedení kabelů

(např. vyhnutím se souběhu s napájecími rozvody, zejména jsou-li použity pro zářivková svítidla), co nejpřesnější odhad množství přípojných míst.

Při vytváření návrhu kabelového systému je potřeba dodržet několik základních výchozích předpokladů. Jsou jimi:

- dodržení maximální délky kabelu mezi panelem a zásuvkou do 90ti metrů;
- zajištění co nejméně rušeného prostředí pro vedení kabelů (např. vyhnutím se souběhu s napájecími rozvody, zejména jsou-li použity pro zářivková svítidla);
- co nejpřesnější odhad množství přípojných míst – raději předimenzovaný, každá dodělavka je dražší než prvotní instalace.

Postup vytváření návrhu strukturované kabeláže má několik konkrétních kroků:

- nejdůležitější je uvědomit si co od strukturované kabeláže očekáváme, co na ní bude provozováno a jaký se dá předpokládat vývoj v nasazování nových technologií;
- z předchozího bodu nám vyjde jakou technologii, kterou budou rozvody realizovány, je potřeba zvolit;
- dál je potřeba vytvořit si plánky patra s vyznačením přípojných míst.

Na základě plánek je potřeba vytipovat vhodné místnosti pro rozvaděč (-e); to se provádí na základě:

- kritérií doporučení místnosti;
- topologického hlediska.

V závislosti na tom, kudy budou kabely vedeny, je nutné zvolit vhodnou technologii jejich vedení.

Na základě výše uvedených kroků vznikl hrubý rozpočet kabeláže, plán rozmístění komponent a vedení kabelů, plus představa postupu realizace kabeláže s harmonogramem. Je možné přistoupit k realizaci rozvodů.

5. Návrh řešení

Tento návrh řeší instalaci univerzální (tzv. strukturované) kabeláže. Strukturovaná kabeláž v objektu bude sloužit telefonní a datové komunikaci. Strukturovaná kabeláž bude vycházet z jednoho nově vybudovaného datového rozvaděče – uzlu.

Vzniklá univerzální kabeláž nahradí současnou datovou síť spolu s telefonní sítí a ústřednou, které budou po dokončení prací a uvedení kabeláže do řádného provozu odstraněny.

5.1 Použité technologie

Návrh použitých technologií bude vycházet z požadavků firmy, které jsou uvedeny v kapitole 3. Pro tento návrh bude použita kategorie 5E v nestíněném provedení pro veškeré pasivní prvky kabeláže. Současný standard technologie Ethernet je rychlost 100Mbps. Námi zvolené kategorie prvků umožňují dosáhnouti přenosové rychlosti až 1000Mbps v závislosti na použitých aktivních prvcích kabeláže. Všechny aktivní prvky budou podporovat přenosovou rychlost 1000Mbps, celá síť bude tedy dimenzována na tuto přenosovou rychlost.

5.1.1 Instalační kabel

Kabel pro tvoření horizontální sekce byl vybrán kabel Solarix CAT5E UTP PVC SXKD-5E-UTP-PVC. Tento instalační kabel (tzv. kabel drát) je spolehlivou součástí produktové řady Solarix - CAT5E. Společně s ostatními komponenty systému strukturované kabeláže Solarix vytváří řešení, které zaručuje dlouhou životnost, maximální výkon a bezproblémový chod počítačové sítě. Instalační kabel Solarix - CAT5E je určený pro horizontální rozvody a bez problémů splňuje požadavky definované v mezinárodních standardech TIA/EIA 568, EN 50173 a ISO 11801 pro CAT5E a je proto vhodný i pro provoz těch nejnáročnějších protokolů určených pro strukturovanou kabeláž (např. Gigabit Ethernet).

5.1.2 Datová zásuvka a Keystone

Pro zakončení horizontální sekce kabelu na straně uživatele bude použit konektor Solarix CAT5E UTP RJ45 černý SXXJ-5E-UTP-BK. Systém strukturované kabeláže Solarix nabízí keystoney RJ45, které jsou určeny pro montáž do modulárních zásuvek a patch panelů. Standardní barva u nestíněného keystoneu je černá. Tento keystone převyšuje požadavky definované ve standardech TIA/EIA 568, EN 50173 a ISO 11801 pro CAT5E. Keystoney Solarix nabízí vysokou spolehlivost, maximální funkčnost a jednoduchou instalaci. Kontakty duální svorkovnice typu 110/Krone jsou označeny barevným schématem podle způsobu zapojení, a to buď podle standardu T568A, nebo T568B. Do svorkovnice lze zařezat kabely s vodiči o velikosti AWG 26 – 22. Pro pohodlné a bezpečné zařezávání keystoneů je k dispozici montážní držák SXXJ-MD-BU určený k zafixování keystoneu na pracovní ploše (tj. při zařezávání není nutné držet keystone přímo v ruce).

5.1.3 Propojovací panel

Patch panel Solarix 48 x RJ45 úhlový CAT5E UTP černý 2U SX48U-5E-UTP-BK je osazen moduly, jejichž osa svírá s osou čela panelu úhel 45°. U takto zkonstruovaných modulů se předpokládá menší namáhání patch kabelů v ohybu na konektoru a ochraně. Úhlové panely Solarix jsou osazeny moduly s duální IDC svorkovnicí typu 110/Krone - tj. k zařezání lze použít nástroj typu 110 i Krone. Svorkovnice jsou označeny oběma typy zapojení, a to buď podle standardu T568A, nebo T568B. Tento patch panel Solarix převyšuje požadavky na komponenty CAT5E definované ve standardech TIA/EIA 568, EN 50173 a ISO 11801. Panel je vyroben tak, aby poskytoval dlouhou životnost, vynikající výkon, spolehlivost a jednoduchou instalaci.

5.1.4 Kabelové nosné konstrukce

Kabely budou uloženy částečně nad podhledem v kovovém kabelovém žlabu MARS 125/50 mm, částečně v instalačních plastových lištách 40/20 mm a v PVC trubkách Monoflex 23 a 29 mm pod omítkou. Většinou budou pro uložení kabelů i zásuvek využity parapetní plastové kanály. Silnoproudé a slaboproudé kabely budou od sebe

vzdáleny dle normy 50 mm pro nestíněný silový kabel a nestíněný slaboproudý kabel s použitím ocelového děliče. Bude použit parapetní kanál rozměru 130/70 mm (větší kanál se pod parapetní desku nevejde). Pro zvětšení průřezu parapetního kanálu proto navrhuji (zejména v exponovaném místě poblíž středu dispozice 2.NP) zdvojit parapetní kanál v místě mezi radiátory a vysunout zásuvky do dolního „slepého“ úseku parapetního kanálu a uvolnit tak prostor v horním kanále pro kabely.

5.1.5 Datový rozvaděč

Umístění datového rozvaděče bude v neuzamčené místnosti, proto byl zvolen uzamykatelný rozvaděč Atrack LC-06+ 42U, 600x600, BK, skleněné dveře, 3-bodový zámek. Stojanová rozvaděčová datová skříň typu LC-06+ je zařízení určené pro instalaci prvků datových a telekomunikačních rozvodů. Konstrukce rozvaděče umožňuje jednoduché spojení dvou a více skříní do sestav. Povrchová úprava je provedena práškovou technologií pro vnitřní prostředí. Dveře rozvaděče jsou osazeny lepeným bezpečnostním kouřovým sklem CONNEX. Pro snadnou výměnu je sklo ke dveřím připevněno pomocí lišt. Dveře jsou připevněny na skeletu rozvaděče třemi panty a je umožněno přestavit levé či pravé otvírání.

5.1.6 Propojovací kabely

Kabely pro propojení patch panelu a aktivních prvků budou Solarix CAT5E UTP PVC šedý non-snag-proof C5E-155GY, které budou dodány v délce 0,5 m, 1 m a 2 m. Systém strukturované kabeláže Solarix – CAT5E nabízí kvalitní patch kabely, které se vyznačují výbornými přenosovými vlastnostmi, spolehlivostí a dlouhou životností i při zvýšeném namáhání. Patch kabely jsou vyrobeny s tzv. litou ochranou, která zajišťuje pevné přilnutí konektoru k ochraně a také snižuje hodnoty přeslechu mezi jednotlivými páry v konektoru. Tato ochrana má speciální tenký design, který zaručuje, že lze tyto patch kabely použít v jakémkoliv patch panelu nebo aktivním prvku, a to i u zařízení s velkou hustotou portů RJ45. K výrobě patch kabelů jsou použity kvalitní konektory na licnu s krytím kontaktů 50 μ zlata; velikost vodičů (lanka) je AWG 26. Patch kabely jsou nabízeny ve všech standardních délkách, v několika barvách a s několika typy ochrany (s tzv. snag-proof ochranou nebo bez ní).

5.2 Umístění datového rozvaděče

Umístění datového rozvaděče není možné realizovat na stejném patře, kde se nachází přípojková skříň z důvodu toho, že v místnosti se nachází částečně kotelna. Bylo tedy zvoleno místo jiné, které by vyhovovalo všem potřebám datového rozvaděče. Jako nejlepší volbou byla místnost 203, která je ve 2.NP sloužící pro kopírování. Místnost se nachází se středu objektu, tento fakt byl hlavním kritériem, protože datový rozvaděč bude mít výhodné topologické umístění. Dalším faktem je ten, že firma, která se stará o datovou síť, sídlí na stejném patře jako rozvaděč.

5.3 Vedení kabelových tras a umístění datových zásuvek

Počet přípojných míst ve 2.NP je 76 a v 1.NP je 50 s tím, že jeden kabel je určen pro zapojení dveřního zvonku. Celkový počet přípojných míst pro celý objekt je tedy 126.

5.3.1 2. NP

Z datového rozvaděče, který je umístěn v severozápadním rohu místnosti 203, budou vedeny dva přívodní kabely a 12 datových kabelů průrazem stropu ve třech trubkách Monoflex do 1.NP a 1.PP. Kabelový svazek 1 tvořen 4 kabely, bude veden z rozvaděče v dolní části severní stěny místnosti 203 v plastovém žlabu 40/20 mm a bude vyveden po 1,3 m průrazem zdi do zasedací místnosti číslo 205, kde budou osazeny dvě dvojzásuvky ve spodní části stěny. Ostatní datové kabely budou vedeny z datového rozvaděče do podhledu stropu v kovovém žlabu MARS 125/100 mm.

Ostatní datové kabely budou vedeny podél severní stěny do místnosti 204, kde se pomocí T-kusu rozdělí na dvě trasy. Kabelový svazek 2, tvořený 8 kabely povede pravou trasou podél východní stěny do kanceláře číslo 206. Kabel bude veden v plastové liště 40/40 mm nad pohledem podél jižní stěny do jihozápadního rohu. V rohu se svede v plastovém žlabu 40/20 mm do parapetního žlabu 130/70 mm umístěným podél celé západní zdi. Zásuvky budou umístěny po dvou zhruba po 0,5 m od okrajů stěn. Zbylé čtyři kabelové svazky povedou levou trasou podél východní stěny a po zhruba 3,3 m bude trasa opět rozdělena pomocí T-kusu. Stávající trasa bude

tvořena jedním kabelovým svazkem číslo 4 vedena v plastovém žlabu 40/40 mm podél východní stěny přes místnosti 202, 211, 212 a 213 až na konec stěny, kde bude trasa pokračovat přes jihovýchodní roh průrazem zdi a bude vyvedena do kanceláře 209. Kabely budou svedeny v jihozápadním rohu plastovým žlabem 40/20 mm a ukončeny ve dvou dvojzásuvkách umístěných v dolní části místnosti.

Nově vzniklá trasa tvořená svazky číslo 3, 7 a 9 po průrazu východní zdi povede do kanceláře 209, kde bude v severozápadním rohu pomocí plastového žlabu 130/70 a průrazem podlahy sveden kabelový svazek 7 tvořen 23 kabely do 1.NP. V tomto místě budou také průrazem severní zdi do kanceláře 208 a poté pomocí plastového žlabu 40/20 mm svedeny dva datové kabely trasy 3 pro jednu dvojzásuvku upevněnou v dolní části místnosti. Kabelové svazky číslo 3 a 9, které povedou dolní částí podél severní stěny v plastovém žlabu 130/70 až ke konci kanceláře, kde budou vyvedeny v severovýchodním rohu opět do parapetního žlabu 130/70, který bude podél východní stěny místnosti 209 a bude pokračovat do místností 208 a 207. V parapetním žlabu se povede 20 kabelů z kabelové trasy 3 podél celé východní stěny a budou ukončeny v pěti párech dvojzásuvek s přibližně metrovým rozestupem v závislosti na možnosti instalace zásuvek mezi radiátory. Ostatní kabely svazku 3 a celý svazek 9 bude průrazem severní stěny vedeny do kanceláře 208. Svazky povedou podél celé východní zdi v parapetním žlabu 130/70 mm kde bude ukončeno 16 kabelů ze svazku 3 ve čtyřech párech dvojzásuvek. Zásuvky budou umístěny v prostoru mezi radiátory s rozestupy 0,7 a 1,2 m. Průrazem severní zdi v místnosti 208 povedou zbylé kabely svazku 3 a celý kabelový svazek 9 v parapetním žlabu 130/70 podél východní zdi v kanceláři 207. Parapet bude disponovat pěti páry dvojzásuvek s rozestupy přibližně 0,7 a 1,2 m v závislosti na umístění radiátorů. Poslední čtyři kabely svazku 3 a kabely svazku 9 budou v severovýchodním rohu místnosti 207 svedeny do spodního rohu, kde zbylé kabely svazku 3 budou vedeny v soklové liště podél severní stěny a přibližně 0,3 m od konce stěny budou ukončeny ve dvou dvojzásuvkách. Kabelový svazek 9 bude průrazem podlahy v severovýchodním rohu veden do 1. NP.

5.3.2 1.NP

V dolní části severozápadního rohu kanceláře 104 bude vyveden kabelový svazek 6, který bude ukončen ve dvou dvojjásuvkách umístěných na západní stěně kanceláře přibližně 0,3m od severozápadního rohu místnosti.

Kabelový svazek 7 vyvedený z 2. NP v horním jihozápadním rohu kanceláře 105 bude sveden parapetním žlabem 130/70 do spodní části rohu, kde povede podél jižní stěny až ke konci. Přibližně po 0,5 m od jihozápadního rohu místnosti bude umístěna jedna dvojjásuvka. V jihovýchodním rohu bude kabelová trasa napojena do parapetního žlabu, který bude umístěn podél východní stěny. Kabele v parapetním žlabu budou vedeny podél celé východní stěny místností 105, 106 a 107. Devět kabelů trasy bude vedeno v parapetním žlabu podél východní stěny kanceláře 105 severním směrem až k severovýchodnímu rohu, kde bude veden ve zdi jeden kabel pro dveřní telefon. Zbýlých osm kabelů bude ukončeno ve dvou dvojjásuvkách umístěných v obou rozích východní stěny. Průrazem jižní stěny bude vedeno 12 kabelů do kanceláře 106, kde budou umístěny v obou rozích východní stěny dvě dvojjásuvky. Zbylé čtyři kabele budou průrazem jižní stěny vedeny do zasedací místnosti 107 parapetním žlabem. Kabele budou ukončeny ve dvou dvojjásuvkách, umístěných v obou rozích východní stěny.

Kabelový svazek 9 svedený z 2.NP v prodejně 119 bude veden v severovýchodním rohu plastovým žlabem do parapetního žlabu vedeného podél celé severní stěny prodejny. První dvojjásuvka bude umístěna přibližně 0,3 m od severovýchodního rohu. Další dvě dvojjásuvky budou umístěny v severozápadním rohu místnosti, kde bude plastovým žlabem vedena kabeláž do horního rohu. Průrazem západní stěny bude vedena kabeláž do WC 118, kde bude kabeláž vedena trubkou monoflex ve zdi a bude vyvedena v severozápadním rohu skladu 115.. Ve skladu 115 bude kabeláž vedena v horní části východní stěny v parapetním žlabu až do jihovýchodního rohu, kde budou svedeny v plastovém žlabu čtyři kabele ukončené ve dvou dvojjásuvkách umístěných těsně nad podlahou. Zbylá kabeláž bude vedena po průrazu východní zdi zpět do prodejny, kde bude svedena plastovým žlabem do parapetního žlabu vedeným podél celé jižní zdi. Dvě dvojjásuvky budou umístěny u jihozápadního rohu a poslední zásuvka bude

umístěna přibližně po 2,5 m od jihozápadního rohu prodejny. Parapetní žlab bude veden přes celou jižní stěnu.

5.3.3 1.PP

Kabelové svazky 5, 8 a dva kabely z přípojkových skříní vedené z 1.NP budou vyvedeny v horním severozápadním rohu kotelny S104. Stávající přípojkové skříně kabelové TV a telefonu jsou umístěny společně na severní stěně přibližně 1,5 m od severozápadního rohu. Přípojkové kabely budou tedy vedeny v plastovém žlabu do těchto skříní.

Kabelové svazky 5 a 8 budou průrazem západní zdi vedeny do skladu S103 kde budou vedeny v horní části podél východní stěny v plastové liště 40/40 mm. V jihovýchodním rohu budou svazky pomocí T-kusu rozděleny. Nově vzniklou trasou podél jižní stěny bude veden svazek 8 do jihozápadního rohu, kde průrazem jižní zdi bude veden chodbou S101 podél západní stěny a přibližně po 2 m bude trasa vedena kolmo na západní stěnu. Průrazem západní stěny bude svazek veden plastovým žlabem podél celé severní stěny až do severozápadního rohu, kde bude svazek veden podél západní stěny. Přibližně 0,3 m do jihozápadního rohu bude průrazem stropu svazek vyveden do pokoje 112 nacházejícího se v 1.NP. Kabely budou ukončeny ve dvou dvojjásuvkách umístěných na západní stěně přibližně 0,5 m od jihozápadního rohu pokoje.

Svazek 5 bude průrazem jižní stěny veden chodbou plastovým žlabem podél východní stěny, kde bude přibližně po 1,8 m sveden kolmo na východní stěnu a pak průrazem stropu vyveden do místnosti 103. V místnosti 103 bude kabel veden soklovou lištou těsně nad podlahou podél západní stěny k jihozápadnímu rohu, kde bude přibližně 0,5 m ukončen dvěma dvojjásuvkami.

5.4 Uzemnění

Každý datový rozvaděč musí být uzemněn a to i v případě nestíněné kabeláže. V případě kdy je použit stíněný kabel, u kterého se stínění uzemňuje vždy v rozvaděči a to nejlépe do jednoho společného zemnicího bodu s odchozím zemnicím kabelem. Druhá strana linky je uzemněna přes uživatelské zařízení pracoviště.

Zemnicí kabel pro uzemnění datového rozvaděče bude veden kabelem AY 2,5 B do hlavního jističe, který se nachází v průjezdu hlavních vrat. Zemnicí kabel bude tedy veden v trubce monoflex z datového rozvaděče společně s datovými kabely do 1. NP a dále pak průrazem stěny vyveden do venkovní části budovy, kde bude veden ve zdi až do hlavního rozvaděče.

5.5 Prvky datového rozvaděče

Firma v současné době disponuje aktivními prvky, které není možné použít pro nově navrženou síťovou strukturu. Je tedy nezbytné koupit veškeré aktivní prvky, tedy směrovač, prepínač a telefonní ústřednu. Investor požaduje nákup pouze jednoho prepínače s 48 porty a propojení pouze těch míst, která jsou v současné době potřebná. S nákupem dalších směšovačů se počítá až v případě rozšíření přípojních míst v objektu. Telefonní ústředna bude digitální, podporující jak analogovou tak VoIP technologii a možnost pozdějšího rozšíření. Všechny komponenty, zejména aktivní prvky podléhají schválení odborného zástupce investora v době realizace.

Jako vhodné řešení pro směrovač se nabízí volba ze skupiny Cisco ASA 5500. Jde o skupinu specializovaných bezpečnostních zařízení určených do všech typů sítí – od malých pobočkových až po velké podnikové sítě. Jedná se o modulární zařízení, která v sobě kombinují funkce bezpečnostní brány a VPN brány. Z této skupiny bude nejvhodnějším řešením model ASA 5505, který nabízí osm volně konfigurovatelných portů.

Prepínač bude spravovatelný Cisco SRW2048 48-Port Gigabit Switch se 48 metalickými gigabitovými porty a 4 sdílené mini GBIC sloty, auto MDI/MDI-X porty,

monitorování a konfigurace prostřednictvím vzdáleného přístupu nebo konsoly, 64VLANs, 7 port trunking groups, console port, 802.1p QoS podpora.

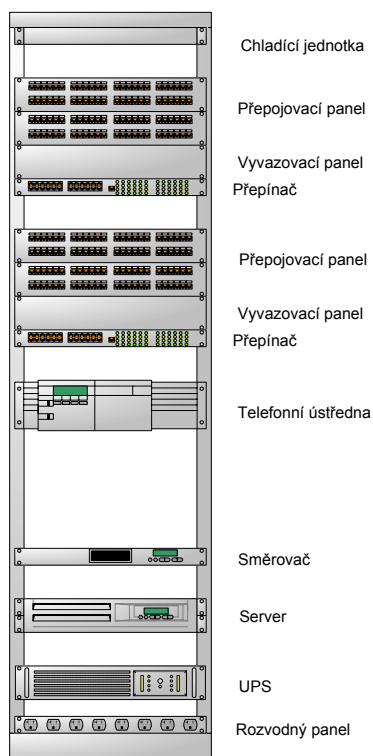
Telefonní ústředna od firmy Avaya model IP Office 500 je určena pro malé a střední kanceláře, které zažívají nebo očekávají růst. Se základním softwarem může systém podporovat až 32 pobočkových ortů (kombinace analogových, digitálních nebo IP telefonů). S rozšiřujícím softwarem Professional Edition umožňuje IP Office 500 zákazníkům použít max. 4 moduly přenašečů (kombinace ISDN PRI 30, 2× ISDN PRI 30, 8 BRI, 4 analogové přenašeče) a max. 8 rozšiřujících kabinetů pro zvýšení pobočkové kapacity až na 272 portů. Standard Edition podporuje pouze Embedded Voicemail (vestavěná hlasová pošta/automatická spojovatelka) bez nutnosti připojení externího PC, zatímco Professional Edition podporuje všechny typy hlasové pošty včetně funkce posílání zpráv. Obsahuje také jeden 10/100 Mb/s ethernetový port, jeden WAN port a slot pro Smart Card kartu potřebnou pro otevírání licencí.

Datový rozvaděč bude uzavřený, proto musí být vybaven chladicí jednotkou, která je určena k cirkulaci vzduchu uvnitř skříně. Chladicí jednotka Atrack 19" 1U 3 větráky s vestavěným termostatem BK je uzpůsobena k uchycení do 19" rámu. Rozsah měření a regulace je v rozmezí 15°C - 50°C. Jednotka bude umístěna v horní části skříně.

Pro rozvod elektrické energie bude použit rozvodný panel Atrack ACAR A-504 3m 5 pozic BK, s přepětovou ochranou vč. vany 2U. Rozvodný panel ACAR 504WF je vybaven přepětovou ochranou. Chrání před přepětím a filtruje napětí pro všechny připojené spotřebiče. Rozvodný panel je dodáván v provedení s 5 zásuvkami a 3 m dlouhým přívodním kabelem. Rozvodný panel bude umístěn v dolní části skříně.

Pro účelnou a přehlednou organizaci kabeláže uvnitř rozvaděče bude použit vyvazovací panel Atrack 1U BK plastový CMP4.

5.5.1 Schéma datového rozvaděče



Je zde zobrazeno předpokládané rozmístění všech prvků datového rozvaděče při využití všech přípojných míst v objektu. Je zde počítáno i se serverem a záložním zdrojem, které se plánují pořídit do budoucna.

5.6 Značení

Místnosti v 1.NP a 2.NP jsou značeny trojčíferným označením. Místnosti 1.NP mají na první pozici trojčíferného značení číslici 1 a místnosti 2.NP mají na první pozici trojčíferného značení číslici 2. Zásuvky v každé místnosti budou mít pořadové číslo, které bude bráno od dveří ve směru hodinových ručiček. Jednotlivé porty dvojjzásuvek budou vždy označeny písmeny, levý port písmenem a, pravý port písmenem b. Datové zásuvky budou číslované takto:

číslo_místnosti-pořadové_číslo_port

Označení páte zásuvky, prvního konektoru v místnosti 209 bude tedy 209-5a.

5.7 Finanční náklady

Zde je uveden stručný přehled nákladů na realizaci strukturované kabeláže. Podrobný přehled finančních nákladů na realizaci je uveden v příloze číslo 2 - Náklady.

Náklady za pasivní prvky kabeláže k realizace všech 126 přípojných míst je 114 367 Kč. Cena prací, tedy montáž a instalace pasivních prvků, měření kabelu s vyhotovením protokolu, revize a dokumentace skutečného stavu je 113 448 Kč. Cena všech aktivních prvků, 1 směrovač, 1 přepínač, 1 telefonní ústředna a 14 telefonních přístrojů činí 147 000 Kč.

Pasivní prvky kabeláže	114 367 Kč
Aktivní prvky kabeláže	147 000 Kč
Práce	113 448 Kč
<hr/>	
Celkem s DPH	374 815 Kč

6. Závěr

Tento návrh strukturované kabeláže pro komerční budovu ukazuje možný způsob realizace takto navržené sítě. Návrh vychází z požadavků investora a analýzy celého objektu.

Návrh strukturované kabeláže je značně naddimenzován a překonává tedy současné potřeby všech firem, sídlících v objektu. Důvod pro navržení takto dimenzované kabeláže je zcela prostý, je zde možnost velmi snadného připojení dalších přípojných míst v objektu bez jakékoliv nutnosti nové realizace kabeláže. Je tedy zřejmé, že nedojde k propojení všech datových zásuvek, ale pouze těch, které budou požadovány ze strany investora. Možností rozšíření se rozumí dokoupení dalšího aktivního prvku – přepínače a propojení jednotlivých zásuvek z patch panelu do přepínače.

Součástí návrhu je telefonní ústředna, která bude propojena s dveřním zvonkem. Možnost volby libovolné zásuvky pro připojení telefonu v celém objektu a její libovolnou změnu je další vlastností, která přispěje k možným budoucím změnám.

Seznam použitých zdrojů

1. BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích*. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9
2. ČSN EN 50173-1 *Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – Část 1: Všeobecné požadavky a kancelářské prostředí*. 2003
3. ČSN EN 50174-1 *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení*. 2001
4. ČSN EN 50174-2 *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách*. 2002
5. HORÁK, J. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 4. aktualiz. a rozš. vyd. Brno : Computer Press, 2008. 327 s. ISBN 978-80-251-2073-6
6. JORDÁN, V. *Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální kabeláže*. 2006
7. PUŽMANOVÁ, R. *TCP/IP v kostce*. 1. vyd. České Budějovice : Kopp, 2004. 607 s. ISBN 80-7232-236-2
8. SHINDER, Debra L. *Počítačové sítě : nepostradatelná příručka k pochopení síťové teorie, implementace a vnitřních funkcí*. Praha : SoftPress, c2003. 752 s. ISBN 80-86497-55-0

9. *ABB s.r.o.* [online]. Jablone nad Nisou: ABB s.r.o., Elektro-Praga., c2006. Dostupné z WWW <www.abb-epj.cz>
10. *Avaya Inc.* [online]. Basking Ridge: Avaya Inc. c2009. Dostupné z WWW <www.avaya.com>
11. *Cisco Systems, Inc.* [online]. San Jose: Cisco Systems, Inc. c2009. Dostupné z WWW <<http://www.cisco.com/>>
12. *Intelek* [online]. Brno: Intelek spol s.r.o., c2009. Dostupné z WWW <www.intelek.cz>
13. *Kopos Kolín a.s.* [online]. Kolín: Kopos Kolín a.s. c2009. Dostupné z WWW <www.kopos.cz>
14. *Wikipedia* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation Inc., c2009. Dostupné z WWW <www.wikipedia.org>

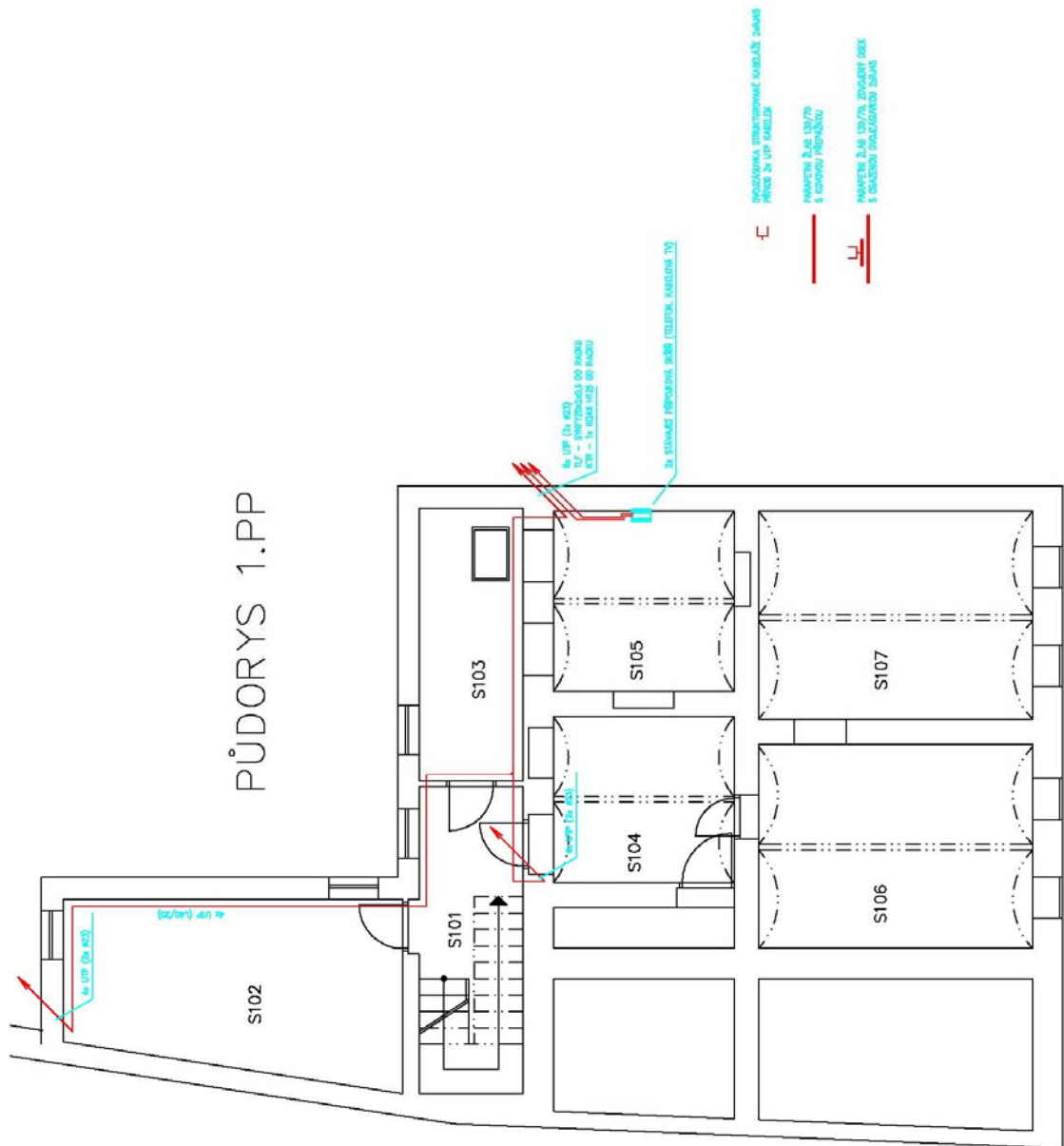
Seznam zkratek

BNC	Bayonet Neill-Concelman
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
DR	Datový rozvaděč
FO	optický kabel (Fiber Optic)
FTP	File Transfer Protocol
FTP	Foil Shielded Twisted Pair
ISO	International Organization for Standardization
ISTP	Individually Shielded Twisted Pair
LAN	lokální síť (Local Area Network)
LED	Light Emiting Diode
MAN	metropolitní síť (Metropolitan Area Network)
NIC	síťová karta (Network Interface Card)
OSI	Open Systems Interconnection
POP3	Post Office Protocol version 3
PVC	Polyvinyl chlorid
SC	Subscriber Connector
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SSH	Secure Shell
ST	Straight Tip
STP	stíněný kroucený pár (Shielded Twisted Pair)
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TO	Telecommunications Outlet
U	Unit
UTP	nestíněný kroucený pár (Unshielded Twisted Pair)
WAN	rozsáhlá síť (Wide Area Network)

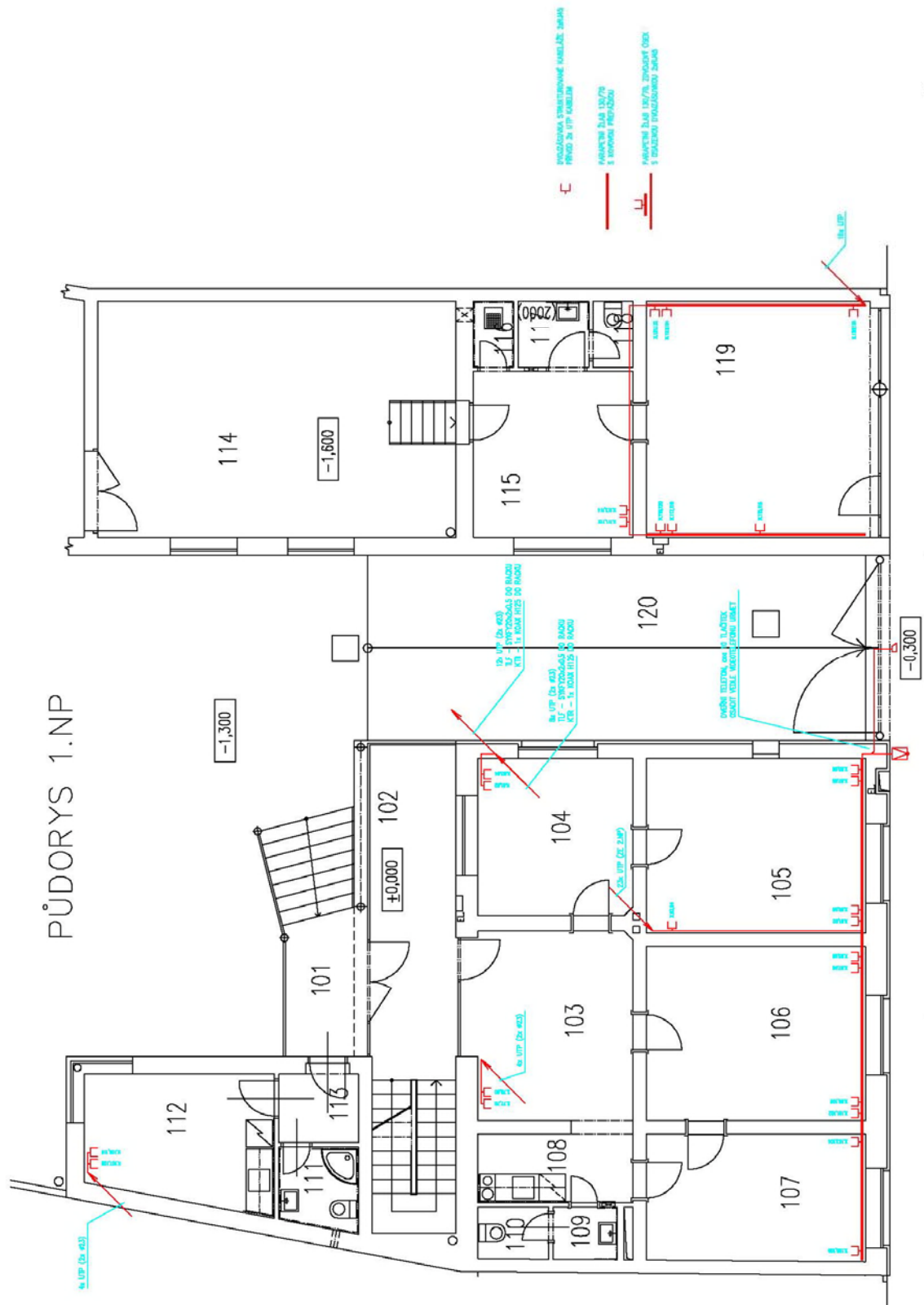
Seznam příloh

- Příloha č. 1 Půdorys
- Příloha č. 2 Náklady
- Příloha č. 3 Schéma propojovacích panelů
- Příloha č. 4 Kabelová tabulka

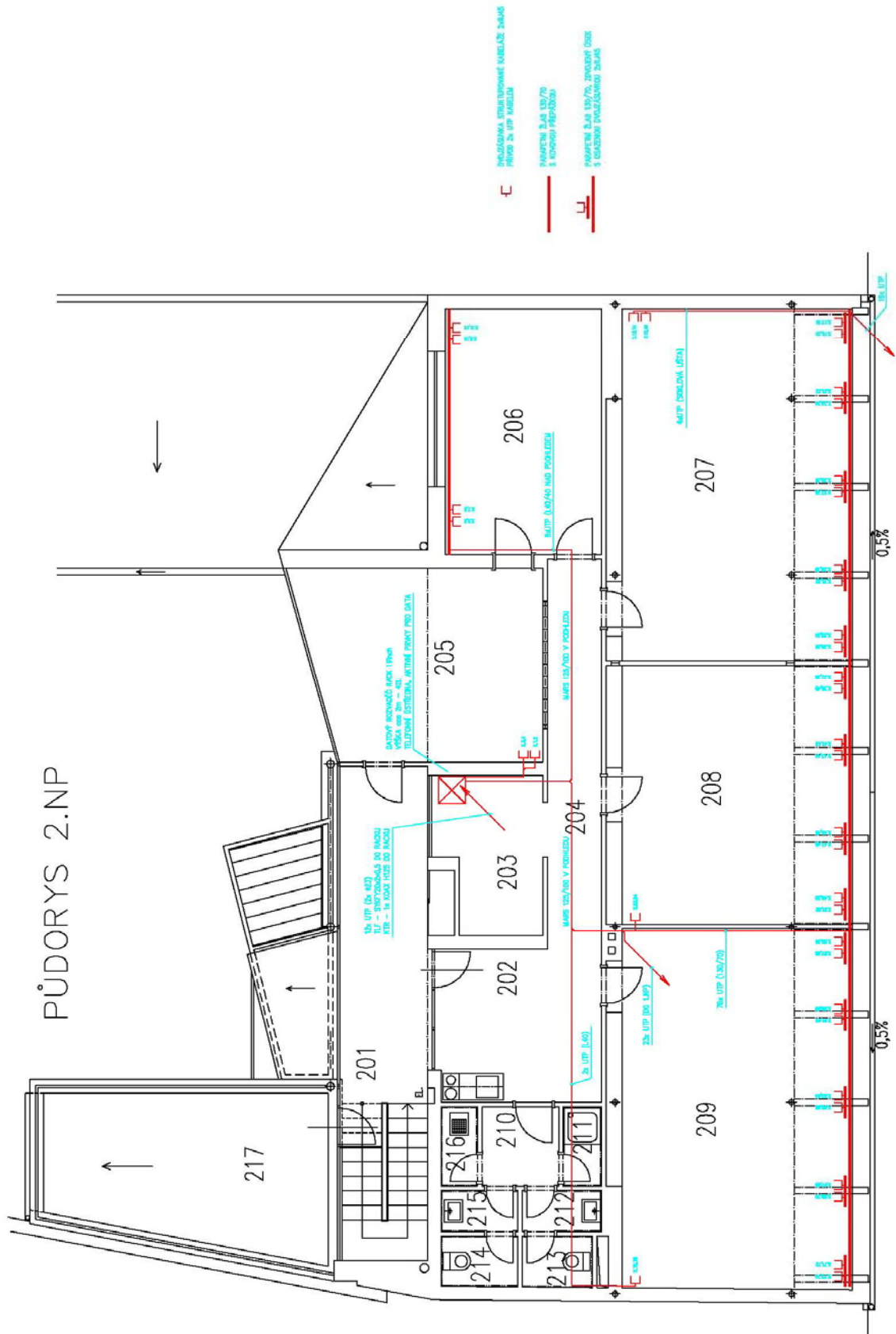
Příloha č. 1 – Půdorys 1. PP



Příloha č. 1 – Půdorys 1. NP



Příloha č. 1 – Půdorys 2. NP



Příloha č. 2 – Náklady

No	Popis položky	Počet	Měrná jednotka	Jednotková cena	Cena celkem
1	Stojanová rozvaděčová skříň Atrack LC06+ 42U, 600x600 BK	1	ks	16 456 Kč	16 456 Kč
2	Montáž rozvaděčové skříňe	1	ks	1 500 Kč	1 500 Kč
3	Patch panel Solarix 48 x RJ45 úhlový CAT5E UTP černý 2U	4	ks	2 368 Kč	9 472 Kč
4	Montáž patch panelu	4	ks	250 Kč	1 000 Kč
5	Vyvazovací panel 1U BK plastový CMP4	2	ks	258 Kč	516 Kč
6	Montáž vyvazovacího panelu	2	ks	250 Kč	500 Kč
7	Instalační kabel Solarix CAT5E UTP PVC SXKD-5E-UTP-PVC	3430	m	6 Kč	19 997 Kč
8	Zatažení kabelu UTP, FTP do lišt, trubek	3430	m	10 Kč	34 300 Kč
9	Patch kabel CAT5E UTP PVC 2m non-snap-proof	65	ks	32 Kč	2 088 Kč
10	Montování dvojjáskovky 2xRJ	70	ks	150 Kč	10 500 Kč
11	Ukončení - forma na kabelu UTP 5E	280	ks	55 Kč	15 400 Kč
12	Měření 1 kabelu kat. 5E, vyhotovení protokolu	140	ks	110 Kč	15 400 Kč
13	Kryt zásuvky komunikační s popisovým polem	63	ks	57 Kč	3 560 Kč
14	Maska nosná s 2 otvory	63	ks	25 Kč	1 575 Kč
15	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný	3	ks	26 Kč	77 Kč
16	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, dvojnásobný vodorovný	10	ks	46 Kč	460 Kč
17	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, trojnásobný vodorovný	22	ks	67 Kč	1 474 Kč
18	Keystone Solarix CAT5E UTP RJ45 černý SXKJ-5E-UTP-BK	126	ks	42 Kč	5 292 Kč
19	Krabičky KU 68 pod omítku včetně vysekání lůžka	15	ks	66 Kč	990 Kč
20	Odvíčkování a zavíčkování krabičky na závit	15	ks	4 Kč	60 Kč
21	Krabičky do parapetního kanálu (pro slaboproudou dvouzásuvku)	48	ks	16 Kč	768 Kč
22	Parapetní kanál 130/70 plast, + víko, barva bílá	90	m	350 Kč	31 500 Kč
23	Ocelová přepážka do parapetního kanálu 130/70	75	m	25 Kč	1 875 Kč
24	Plastový žlab 40/20	60	m	49 Kč	2 940 Kč
25	Osazení hmoždinky 10 mm	120	ks	12 Kč	1 440 Kč
26	Trubka Monoflex, PVC pod omítkou, v podlaze 23 mm	10	m	55 Kč	550 Kč
27	Trubka Monoflex, PVC pod omítkou, v podlaze 29 mm	10	m	55 Kč	550 Kč
28	Vodič AY 2,5 B	20	m	2 Kč	40 Kč
29	Montáž vodiče AY 2,5 do trubkovodu	20	m	10 Kč	200 Kč
30	Žlab MARS 125/50 mm	17	m	191 Kč	3 247 Kč
31	Osazení hmoždinky 10 mm	34	ks	12 Kč	408 Kč
32	Konstrukce ocelová do 10 kg včetně montáže pro žlab	17	ks	290 Kč	4 930 Kč
33	Průraz stropem	6	ks	790 Kč	4 740 Kč
34	Průraz zdívkou, cihlová zeď, tloušťka 15 cm	15	ks	110 Kč	1 650 Kč
35	Kabel SYKFY 20x2x0,5	25	m	36 Kč	900 Kč
36	Montáž kabelu SYKFY do trubky, lišty	25	m	10 Kč	250 Kč
37	Koaxiální kabel Belden H125 Cu PVC 6.8mm	25	m	16 Kč	400 Kč
38	Montáž koaxiálního kabelu do trubky, lišty	25	m	8 Kč	200 Kč
39	Chladicí jednotka Atrack 19" 1U 3 větráky, termostat, BK	1	ks	3 926 Kč	3 926 Kč
40	Napíjecí panel Atrack ACAR A-504 5 pozic BK, s přep. ochranou 2U	1	ks	784 Kč	784 Kč
41	Přepínač Cisco ASA5505	1	ks	12 000 Kč	12 000 Kč
42	Switch Cisco 48x10/100/1000 SRW2048	1	ks	17 000 Kč	17 000 Kč
43	Telefonní ústředna Avaya, 2xISDN2, 18 poboček	1	ks	55 000 Kč	55 000 Kč
44	Instalace PBX IP Office	1	ks	11 500 Kč	11 500 Kč
45	Tel. přístroje IP Office Digital Telephone 5410 Gray	14	ks	4 500 Kč	63 000 Kč
46	REVIZE, dokumentace skutečného stavu	hod	32	450 Kč	14 400 Kč
	CELKEM S DPH				374 815 Kč

Příloha č. 4 – Kabelová tabulka

Počet zásuvek	Označení zásuvky	Patch panel	Trasa	Místnost	Pořadové číslo	Označení portu	Délka kabelu [m]
1.	205.1a	PP2	1	205	1	a	8,2
2.	205.1b	PP2	1	205	1	b	8,2
3.	205.2a	PP2	1	205	2	a	8,2
4.	205.2b	PP2	1	205	2	b	8,2
5.	206.1a	PP2	2	206	1	a	15,4
6.	206.1b	PP2	2	206	1	b	15,4
7.	206.2a	PP2	2	206	2	a	15,4
8.	206.2b	PP2	2	206	2	b	15,4
9.	206.3a	PP2	2	206	1	a	19,5
10.	206.3b	PP2	2	206	1	b	19,5
11.	206.4a	PP2	2	206	2	a	19,5
12.	206.4b	PP2	2	206	2	b	19,5
13.	207.1a	PP2	3	207	1	a	36,5
14.	207.1b	PP2	3	207	1	b	36,5
15.	207.2a	PP2	3	207	2	a	36,5
16.	207.2b	PP2	3	207	2	b	36,5
17.	207.3a	PP2	3	207	3	a	31,1
18.	207.3b	PP2	3	207	3	b	31,1
19.	207.4a	PP2	3	207	4	a	31,1
20.	207.4b	PP2	3	207	4	b	31,1
21.	207.5a	PP2	3	207	5	a	29,9
22.	207.5b	PP2	3	207	5	b	29,9
23.	207.6a	PP2	3	207	6	a	29,9
24.	207.6b	PP2	3	207	6	b	29,9
25.	207.7a	PP2	3	207	7	a	28,0
26.	207.7b	PP2	3	207	7	b	28,0
27.	207.8a	PP2	3	207	8	a	28,0
28.	207.8b	PP2	3	207	8	b	28,0
29.	207.9a	PP2	3	207	9	a	26,1
30.	207.9b	PP2	3	207	9	b	26,1
31.	207.10a	PP2	3	207	10	a	26,1
32.	207.10b	PP2	3	207	10	b	26,1
33.	207.11a	PP2	3	207	11	a	24,1
34.	207.11b	PP2	3	207	11	b	24,1
35.	207.12a	PP2	3	207	12	a	24,1
36.	207.12b	PP2	3	207	12	b	24,1
37.	208.1a	PP2	3	208	1	a	23,7
38.	208.1b	PP2	3	208	1	b	23,7
39.	208.2a	PP2	3	208	2	a	23,7
40.	208.2b	PP2	3	208	2	b	23,7
41.	208.3a	PP2	3	208	3	a	22,1
42.	208.3b	PP2	3	208	3	b	22,1
43.	208.4a	PP2	3	208	4	a	22,1

Příloha č. 4 – Kabelová tabulka

Počet zásuvek	Označení zásuvky	Patch panel	Trasa	Místnost	Pořadové číslo	Označení portu	Délka kabelu [m]
44.	208.4b	PP2	3	208	4	b	22,1
45.	208.5a	PP2	3	208	5	a	20,2
46.	208.5b	PP2	3	208	5	b	20,2
47.	208.6a	PP2	3	208	6	a	20,2
48.	208.6b	PP2	3	208	6	b	20,2
49.	208.7a	PP3	3	208	7	a	18,8
50.	208.7b	PP3	3	208	7	b	18,8
51.	208.8a	PP3	3	208	8	a	18,8
52.	208.8b	PP3	3	208	8	b	18,8
53.	208.9a	PP3	3	208	9	a	12,5
54.	208.9b	PP3	3	208	9	b	12,5
55.	209.1a	PP3	3	209	1	a	18,6
56.	209.1b	PP3	3	209	1	b	18,6
57.	209.2a	PP3	3	209	2	a	18,6
58.	209.2b	PP3	3	209	2	b	18,6
59.	209.3a	PP3	3	209	3	a	20,1
60.	209.3b	PP3	3	209	3	b	20,1
61.	209.4a	PP3	3	209	4	a	20,1
62.	209.4b	PP3	3	209	4	b	20,1
63.	209.5a	PP3	3	209	5	a	22,1
64.	209.5b	PP3	3	209	5	b	22,1
65.	209.6a	PP3	3	209	6	a	22,1
66.	209.6b	PP3	3	209	6	b	22,1
67.	209.7a	PP3	3	209	7	a	24,0
68.	209.7b	PP3	3	209	7	b	24,0
69.	209.8a	PP3	3	209	8	a	24,0
70.	209.8b	PP3	3	209	8	b	24,0
71.	209.9a	PP3	3	209	9	a	25,7
72.	209.9b	PP3	3	209	9	b	25,7
73.	209.10a	PP3	3	209	10	a	25,7
74.	209.10b	PP3	3	209	10	b	25,7
75.	209.11a	PP3	3	209	11	a	20,4
76.	209.11b	PP3	3	209	11	b	20,4
77.	103.1a	PP1	5	103	1	a	21,4
78.	103.1b	PP1	5	103	1	b	21,4
79.	103.2a	PP1	5	103	2	a	21,4
80.	103.2b	PP1	5	103	2	b	21,4
81.	104.1a	PP1	6	104	1	a	7,2
82.	104.1b	PP1	6	104	1	b	7,2
83.	104.2a	PP1	6	104	2	a	7,2
84.	104.2b	PP1	6	104	2	b	7,2
85.	105.1a	PP1	7	105	1	a	23,3
86.	105.1b	PP1	7	105	1	b	23,3

Příloha č. 4 – Kabelová tabulka

Počet zásuvek	Označení zásuvky	Patch panel	Trasa	Místnost	Pořadové číslo	Označení portu	Délka kabelu [m]
87.	105.2a	PP1	7	105	2	a	23,3
88.	105.2b	PP1	7	105	2	b	23,3
89.	105.3a	PP1	7	105	3	a	19,9
90.	105.3b	PP1	7	105	3	b	19,9
91.	105.4a	PP1	7	105	4	a	19,9
92.	105.4b	PP1	7	105	4	b	19,9
93.	105.5a	PP1	7	105	5	a	16,2
94.	105.5b	PP1	7	105	5	b	16,2
95.	106.1a	PP1	7	106	1	a	20,5
96.	106.1b	PP1	7	106	1	b	20,5
97.	106.2a	PP1	7	106	2	a	20,5
98.	106.2b	PP1	7	106	2	b	20,5
99.	106.3a	PP1	7	106	3	a	23,6
100.	106.3b	PP1	7	106	3	b	23,6
101.	106.4a	PP1	7	106	4	a	23,6
102.	106.4b	PP1	7	106	4	b	23,6
103.	107.1a	PP1	7	107	1	a	24,4
104.	107.1b	PP1	7	107	1	b	24,4
105.	107.2a	PP1	7	107	2	a	27,1
106.	107.2b	PP1	7	107	2	b	27,1
107.	112.1a	PP1	8	112	1	a	25,5
108.	112.1b	PP1	8	112	1	b	25,5
109.	112.2a	PP1	8	112	2	a	25,5
110.	112.2b	PP1	8	112	2	b	25,5
111.	115.1a	PP1	9	115	1	a	43,9
112.	115.1b	PP1	9	115	1	b	43,9
113.	115.2a	PP1	9	115	2	a	43,9
114.	115.2b	PP1	9	115	2	b	43,9
115.	119.1a	PP1	9	119	1	a	47,2
116.	119.1b	PP1	9	119	1	b	47,2
117.	119.2a	PP1	9	119	2	a	45,1
118.	119.2b	PP1	9	119	2	b	45,1
119.	119.3a	PP1	9	119	3	a	45,1
120.	119.3b	PP1	9	119	3	b	45,1
121.	119.4a	PP1	9	119	4	a	38,3
122.	119.4b	PP1	9	119	4	b	38,3
123.	119.5a	PP1	9	119	5	a	38,3
124.	119.5b	PP1	9	119	5	b	38,3
125.	119.6a	PP2	9	119	6	a	33,9
126.	119.6b	PP2	9	119	6	b	33,9
Dveřní zvonek							24,3
Celková délka kabeláže							3118,9