

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Výstavba počítačové sítě v rodinném domě
Bakalářská práce

Autor: Jan Tluchoř

Vedoucí práce: Mgr. Ivan Panuška

Pardubice

květen 2011

**University of Pardubice
Jan Perner Transport Faculty**

**Construction of computer networks in a family house
Bachelor work**

Author: Jan Tluchoř

Supervisor: Mgr. Ivan Panuška

Pardubice

May 2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan TLUČHOŘ**
Osobní číslo: **D07624**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Aplikovaná informatika v dopravě**
Název tématu: **Výstavba počítačové sítě v rodinném domě**
Zadávací katedra: **Katedra informatiky v dopravě**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je popis fyzické a linkové vrstvy ISO/OSI modelu a návrh počítačové sítě v rodinném domě.

Práce bude obsahovat kapitoly:

1. Úvod
2. Popis fyzické vrstvy ISO/OSI
3. Popis linkové vrstvy ISO/OSI
4. Pravidla návrhu strukturované kabeláže
5. Realizace počítačové sítě
6. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

minimálně 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] PUŽMANOVÁ, Rita. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2. aktualiz. vyd. Brno : Computer Press, a.s., 2006. 420 s. ISBN 80-251-1278-0.
- [2] HORÁK, Jaroslav, KERŠLÁGER, Milan. Počítačové sítě pro začínající správce. 4. aktualizované a rozšířené vyd. Brno : Computer Press, a.s., 2008. 323 s. ISBN 978-80-251-2073-6.
- [3] SPORTACK, Mark A. Směrování v sítích IP . 1. vyd. Brno : Computer Press, a.s., 2004. 368 s. ISBN 80-251-0127-4.

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Ivan Panuška

Katedra informatiky v dopravě

Datum zadání bakalářské práce:

6. prosince 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2011



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Josef Volek, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. prosince 2010

Prohlášení

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Pardubice.

V Pardubicích dne 29. 5. 2011

Jan Tluchoř

Poděkování

Chtěl bych velice poděkovat všem, kteří mi při zpracování této práce pomohli. Zejména pak mé poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Ivanu Panuškoví za veškerou podporu, pomoc a poskytnutí cenných rad a informací při jejím zpracování.

Anotace

Cílem bakalářské práce je teoretický popis fyzické a spojové vrstvy referenčního ISO/OSI modelu, návrh a realizace počítačové sítě v rodinném domě. Práce je rozdělena do dvou částí, v první části se práce zabývá teoretickým popisem dvou nejspodnějších vrstev modelu ISO/OSI a strukturované kabeláže. V druhé části je popsán návrh a realizace počítačové sítě v rodinném domě.

The annotation

The goal of this bachelor work is theoretical description of the physical and link layer reference ISO / OSI model, design and implementation of computer networks in a family house. The work is divided into two parts, the first paper deals with the theoretical description of the two lowest layers of OSI / OSI and structured cabling. The second part describes the design and implementation of computer networks in the family home.

Klíčová slova

Datové kabely, Fyzická vrstva, Spojová vrstva, MAC, CSMA/CD, LAN, Počítačová síť, Strukturovaná kabeláž

Keywords

Data Cables, Physical layer, Link layer, MAC, CSMA/CD, LAN, Computer network, Structured cabling

Obsah

Úvod.....	10
1 Fyzická vrstva	11
1.1 Topologie sítí	11
1.1.1 Sběrníková topologie (BUS).....	11
1.1.2 Kruhová topologie	12
1.1.3 Hvězdíková topologie (STAR).....	13
1.1.4 Topologie strom (TREE).....	14
1.1.5 Topologie polygon (MESH).....	14
1.2 Síťový hardware	15
1.2.1 Rozbočovače (HUB)	15
1.2.2 Přepínače (SWITCH, SWITCHED HUB)	15
1.2.3 Směrovače (ROUTER).....	16
1.2.4 Mosty (Bridge)	16
1.2.5 Brány (Gateway)	17
1.2.6 Síťové karty (NIC-network interface card)	17
1.3 Přenosová média	18
1.3.1 Kroucená dvojlinka	18
1.3.2 Optický kabel.....	19
1.3.3 Koaxiální kabel.....	21
1.4 Rozhraní	23
1.4.1 Sériové rozhraní.....	23
1.4.2 Paralelní rozhraní.....	24
2 Spojová vrstva.....	26
2.1 Podvrstva Media Access Control (MAC)	26
2.1.1 Adresace MAC	26
2.1.2 Přístupová metoda CSMA/CD	27

2.2 Podvrstva Logical Link Control (LLC).....	29
3 Návrh strukturované kabeláže	30
3.1 Základní cíle návrhu strukturované sítě	30
3.1.1 Dodržování standardů.....	30
3.1.2 Snadná instalace	31
3.1.3 Možnost rozšíření	31
3.1.4 Spolehlivost sítě.....	31
3.1.5 Spokojenost investora.....	31
3.2 Strukturování sítě	32
4 Realizace počítačové sítě	33
4.1 Analýza současného stavu.....	33
4.2 Prvotní návrh a rozpočet	33
4.2.1 Strukturovaná kabeláž	33
4.2.2 Switch	35
4.2.3 Wifi access point	35
4.2.4 Ostatní síťové zařízení.....	35
4.2.5 Rozpočet	36
4.3 Realizace a konfigurace sítě.....	37
4.3.1 Strukturovaná kabeláž	38
4.3.2 Konfigurace síťových zařízení	39
4.3.3 Ekonomické zhodnocení	40
Závěr	41
Seznam použitých zdrojů.....	43
Seznam obrázků a tabulek	45
Seznam příloh	46

Úvod

V dnešní době, kdy se počítače staly nedílnou součástí našich každodenních životů, je stále více rodin, které vlastní více než jeden počítač a vyvstává tak otázka, jak nejnadhěji zajistit sdílení dat, internetu a dalších služeb. Odpovědí na tuto otázku může být výstavba domácí počítačové sítě. Počítačové sítě jsou dnes budovány téměř ve všech nově stavěných či rekonstruovaných objektech a to nejen v objektech velkých firem, ale běžným standardem jsou už i sítě v domácnostech.

Počítačové sítě už nejsou jen o propojení několika počítačů, ale moderní počítačová síť nám dokáže nabídnout daleko širší paletu služeb například v podobě IP-telefonů, IP kamer, bezpečnostních systémů, domácích telefonů, tiskáren, projektorů nebo dokonce kávovarů ovládaných pomocí IP-protokolu. Samozřejmě existuje ještě spousta dalších možností jak síť využít.

Otázka výstavby počítačové sítě trápila i investora, který mě oslovil s požadavkem realizace domácí sítě v právě rekonstruovaném rodinném domě. V tomto případě se nejedná o návrh jakési inteligentní budovy, kde by byla každá žaluzie ovládaná pomocí počítače, ale pouze o klasickou počítačovou síť doplněnou bezpečnostním kamerovým systémem. V rámci této práce se budu snažit najít konkrétní optimální řešení sítě pro daný objekt a zároveň splnit požadavky investora.

Má bakalářská práce se skládá ze dvou částí. První část práce je část teoretická, ve které je rozebrána problematika dvou nejspodnějších vrstev referenčního ISO/OSI modelu. Teoretickou část představují kapitoly 1 až 3. První kapitola popisuje fyzickou vrstvu ISO/OSI modelu a zahrnuje podkapitoly zabývající se problematikou síťových topologií, síťového hardwaru, přenosových médií a rozhraní. Ve druhé kapitole je popisována spojovací vrstva modelu ISO/OSI a její dvě podvrstvy. Třetí kapitola řešící teoretické poznatky se zabývá teoretickým návrhem strukturované kabeláže. Druhá část práce obsažená v kapitole 4 představuje praktickou část mé bakalářské práce. V této kapitole jsou popsány postupy, jakými bylo dosaženo – podle mého názoru - optimálního řešení počítačové sítě v rodinném domě. Kapitola zahrnuje analýzu současného stavu, návrh, realizaci a konfiguraci sítě.

1 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva je nejnižší vrstvou referenčního modelu ISO/OSI. O fyzické vrstvě lze říci, že se jedná o hardwarovou vrstvu, která jako jediná z vrstev referenčního ISO/OSI modelu podporuje fyzickou komunikaci dat mezi systémy.

Hlavním úkolem této vrstvy je tedy zajištění bitového přenosu z jednoho zařízení na druhé prostřednictvím fyzického média, které tato vrstva bezprostředně ovládá.

Fyzická vrstva dokáže detekovat chybové stavy a oznamuje tuto skutečnost vrstvě linkové. Fyzická vrstva dále zajišťuje synchronizaci komunikace, časový multiplex a příslušné kódování přenosu. Fyzická vrstva definuje napěťovou úroveň, kterou bude v přenosu reprezentována logická jednička a logická nula. Dále specifikuje délku trvání jednoho bitu, technické parametry kabelu, tvar konektoru kabelu a počet kontaktů. Samotné fyzické médium není součástí vrstvy, v referenčním ISO/OSI modelu je pod touto vrstvou. Přenosové prostředí již do svých norem zahrnula IEEE.

1.1 Topologie sítí

Síťová topologie je způsob fyzického a logického propojení jednotlivých stanic v síti. Síťovou topologii lze chápat jako fyzickou nebo logickou. Fyzická topologie popisuje fyzické propojení, kdežto logická topologie popisuje způsob toku signálu.

1.1.1 Sběrnicová topologie (BUS)

Sběrnicová topologie je historicky nejstarší topologií. Sběrnicová topologie nedisponuje žádným centrálním uzlem a všechny uzly jsou připojeny ke sdílenému přenosovému médiu. Z toho vyplývá nízká propustnost sítě, dochází ke kolizím paketů.

V oblasti počítačových sítí se používá systém náhodného přístupu, který se snaží kolizím předcházet a pokud kolize nastane, řeší ji. Zpráva vyslaná z jednoho uzlu se šíří oběma směry ke všem uzlům v síti. Příkladem sběrnicové topologie je klasický koaxiální Ethernet.

Topologie sběrnice se může vyskytovat ve dvou variantách, aktivní a pasivní. V praxi se používala pasivní struktura, avšak dnes již tuto topologii najdeme jen zřídka.

Výhodou sběrníkové topologie je snadná realizace a nízká cena kabeláže, snadné přidání nebo odebrání stanice ze sítě, výpadek stanice nemá vliv na chod sítě. Sběrníkovou topologii lze snadno rozšířit.

Ovšem tato topologie má také řadu nevýhod, mezi které patří obtížná identifikace a odstraňování závad, omezená délka sběrnice i omezený počet stanic a omezená vzdálenost mezi nimi. Pokud nastane na sběrnici porucha dojde k výpadku celé sítě. Při vyšším počtu stanic nebo při velkém provozu na síti dojde k rapidnímu poklesu výkonu celé sítě.



Obrázek 1. Sběrníková topologie (BUS)

1.1.2 Kruhová topologie

Tato topologie je podobná sběrníkové topologii, také nedisponuje žádným centrálním uzlem. Datový signál je šířen jedním směrem cyklicky od jednoho uzlu k druhému. Pokud není zpráva určena danému zařízení je signál obnoven a poslán sousednímu zařízení. V případě, že se zpráva vrátí zpět ke stanici, která signál vyslala, je tato stanice zodpovědná za zrušení této zprávy.

Tuto topologii využívají nepříliš rozšířené typy sítí, jako jsou IBM Token Ring nebo FDDI (fiber distributed data interface).

Rozlišujeme aktivní a pasivní kruhovou topologii. Pasivní kruhová topologie je velice málo rozšířená, spíše se setkáme s aktivním propojením.

Výhodou kruhové topologie je jednoduché, rychlé a pravidelné předávání zpráv v kruhu. Nevýhodou této topologie je že s výpadkem jedné ze stanic v síti dojde k výpadku celé sítě a z tohoto důvodu musíme zajistit dokonalou diagnostiku, která bude schopna v případě potřeby daný uzel přemostit. V některých případech bývá tento problém řešen zdvojením kabeláže, ovšem takto zdvojená síť je odolná pouze proti výpadku dvou stanic.

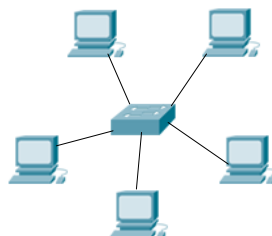


Obrázek 2. Kruhová topologie (RING)

1.1.3 Hvězdicová topologie (STAR)

Základem hvězdicové topologie je centrální uzel sítě, který řídí směrování v síti. Hvězdicová topologie se může vyskytovat v aktivní či pasivní variantě. Pasivní varianta hvězdicové topologie má ve svém středu pouze pasivní člen, kterým je např. odporový dělič. Tento pasivní člen slouží pouze k distribuci signálu generovaného jednotlivými stanicemi. Pasivní hvězdu tedy můžeme chápat jako sběrnicovou topologii, ve které je sdílené přenosové médium nahrazeno jedním společným bodem. Aktivní varianta používá jako centrální bod aktivní rozbočovač, kterým může být i centrální počítač. Jak v pasivní tak v aktivní hvězdě projdou všechny zprávy, vysílané jednotlivými stanicemi, centrálním bodem. Ovšem jen u aktivní varianty dojde k úpravě signálu, případně tento centrální bod může mít včleněnu část protokolu.

Výhodou této topologie je nízká náchylnost k poruchám, ale pokud již k poruše dojde je lokace této poruchy relativně snadná. Porucha na lince způsobí výpadek jen jedné stanice. V případě výpadku centrálního uzlu, dojde k výpadku celé sítě. Nevýhodou je větší spotřeba kabelového vedení a z toho plynoucí vyšší cena kabeláže. Tato topologie představuje současný trend ve výstavbě počítačových sítí a je vhodná nejen pro počítačové sítě, ale i pro telefonní ústředny.

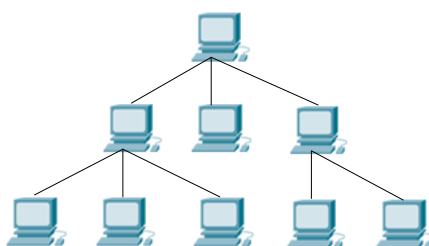


Obrázek 3. Hvězdicová topologie (STAR)

1.1.4 Topologie strom (TREE)

Jedná se o topologii, která představuje propojení několika podsítí s hvězdicovou topologií. Jednotlivé stanice a podsítě jsou propojeny pomocí rozbočovačů. Zařízení nižší úrovně komunikují se zařízením na vyšší úrovni až ke kořenu stromu. Kořen rozesílá zprávy všem stanicím, jednotlivé stanice si samy zjistí, které zprávy jsou jim adresovány. Tato topologie existuje pouze jako aktivní.

Výhody a nevýhody stromové topologie jsou obdobné jako u topologie typu hvězda - nízká náchylnost k poruchám, větší spotřeba kabelového vedení.



Obrázek 4. Stromová topologie (TREE)

1.1.5 Topologie polygon (MESH)

Topologie polygon se může vyskytovat ve dvou různých variantách, a to buď jako plně propojená nebo částečně propojená. U topologie s úplným propojením je každý uzel propojen se všemi dalšími uzly. U varianty s částečným propojením se používá spojů méně. V této topologii není žádný centrální uzel, všechny uzly jsou rovnocenné.

Hlavní výhodou této topologie je velice dobrá propustnost sítě a velmi nízká náchylnost k poruchám, a to z důvodu vícenásobného propojení uzlů. Velký počet spojů mezi uzly, ale zvedá výslednou cenu sítě.



Obrázek 5. Topologie polygon (MESH)

1.2 Síťový hardware

1.2.1 Rozbočovače (HUB)

Rozbočovač je aktivní síťové zařízení, které je základním prvkem sítí s hvězdicovou topologií. Jedná se v podstatě o opakovač signálu, který nijak neřídí provoz sítě. V principu toto zařízení pracuje tak, že přijme datový signál, obnoví jej a pošle na všechny porty bez ohledu na to, kterému z portů jsou data určeny. Rozbočovače jsou v dnešní době na ústupu, můžeme je nalézt pouze ve starších sítích, ale i tam jsou postupně nahrazovány přepínači.

1.2.2 Přepínače (SWITCH, SWITCHED HUB)

Přepínač je aktivní síťový prvek pracující na spojové vrstvě referenčního ISO/OSI modelu. Jedná se o centrální spojovací zařízení propojující zařízení v hvězdicové topologii. Přepínač po přijmutí datového signálu dokáže tento signál přeposlat pouze tomu zařízení, kterému je zpráva určena. Tato technologie je založena na tabulce MAC (media access control) adres, do které si přepínač po připojení do sítě začne ukládat MAC adresy spolu s čísly portů jednotlivých zařízení. Toto zařízení snižuje provoz na jednotlivých portech a umožňuje současnou komunikaci více než jednoho páru zařízení.



Obrázek 6. HP ProCurve Switch 2610-48-PWR + SFP (zdroj: <www.64bit.eu>)

1.2.3 Směrovače (ROUTER)

Směrovač - router je zatím nejinteligentnější aktivní síťové zařízení pracující na síťové vrstvě referenčního ISO/OSI modelu. Router spojuje celé sítě, shromažďuje o nich informace a po nejvýhodnější cestě mezi nimi přenáší data, na rozdíl od switche, který spojuje pouze koncová zařízení v síti.



Obrázek 7. Juniper J Series J2320 router 512 MB RAM (zdroj: <www.64bit.eu>)

1.2.4 Mosty (Bridge)

Most je zařízení staršího typu, které může fungovat jako opakovač, ale jeho hlavním úkolem je oddělení síťových segmentů. Most umí přečíst cílovou adresu paketu a posílá paket pouze do té části sítě kam je paket určen. Tím dochází k menšímu zatížení sítě a celkovému zrychlení přenosu dat na síti. Mosty pracují na linkové vrstvě referenčního ISO/OSI modelu, proto nerozlišují síťové protokoly a mohou tedy propojit sítě různých standardů. Jednotlivé koncové zařízení si sami rozhodnou, který protokol mohou přijmout. Most také může propojovat více fyzických médií.



Obrázek 8. Linksys Broadband Network Bridge (Model HPES03) (Zdroj: <www.cablemodeminfo.com>)

1.2.5 Brány (Gateway)

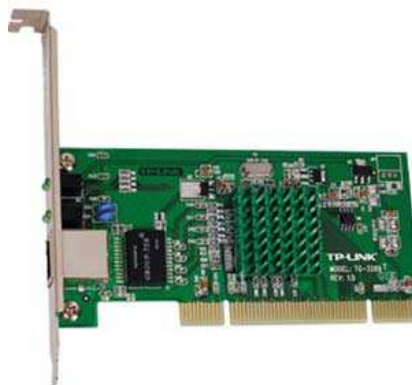
Brána je zařízení, které plní funkci překladače mezi odlišnými typy sítí. Brána pracuje podstatně pomaleji než například router, ovšem dokáže provádět daleko složitější funkce. Brána umožňuje propojení zcela odlišných architektur sítí a přetvoření zprávy tak, aby ji koncové zařízení dokázalo zpracovat.



Obrázek 9. Juniper SRX 650 servisní gateway firewall 2GB propustnost 7 Gbits (zdroj: <www.64bit.eu>)

1.2.6 Síťové karty (NIC-network interface card)

Síťová karta vykonává funkci rozhraní mezi koncovým počítačem a přenosovým médiem. V závislosti na použití rozlišujeme, zda jde o serverovou síťovou kartu či síťovou kartu pro pracovní stanici. Síťová karta nainstalovaná v pracovní stanici slouží k připojení pouze jednoho uživatele. Serverová síťová karta bývá ve většině případů víceportová a disponuje také větším počtem vlastností (např. automatická detekce chyb portů, připojení 64bitové PCI sběrnice, automatické překlenutí výpadku). Síťová karta převádí paralelní data z hostitelské stanice na sériová data pro síťový kabel a naopak. Sériová data přenáší mezi ostatní stanice v síti. Přijatá převedená paralelní data předává na sběrnici stanice. Dále síťová karta řídí tok dat mezi stanicí a síťovým kabelem.



Obrázek 10. TP-LINK lan karta, 10/100/1000 Mbps Realtek RTL 8169, PCI (zdroj: <weblina.elko.cz>)

1.3 Přenosová média

Jedním z nejdůležitějších prvků sítě je přenosové médium, které propojuje jednotlivé prvky sítě. Mezi nejčastěji používané média patří kroucená dvojlinka, optický kabel, koaxiální kabel a pro bezdrátové sítě je přenosovým médiem vzduch.

1.3.1 Kroucená dvojlinka

Kroucená dvojlinka je nejrozšířenějším metalickým vodičem v LAN sítích. Vyniká především díky snadné instalaci, přijatelné ceně a poměrně dobrým výkonem. Kabel kroucené dvojlinky používané v počítačových sítích obsahuje nejčastěji 4 páry kroucených vodičů. Přenášený signál je náchylný na rušení. Kroucená dvojlinka toto rušení eliminuje díky kroucení jednotlivých párů, které jsou ještě navzájem překrouceny, tzn., že se jakýkoli rušivý signál projeví u obou vodičů stejně, takže se výsledný rušivý signál vynuluje. Kroucená dvojlinka používaná v sítích o rychlosti do 100Mb/s využívá pouze 2 ze 4 párů v kabelu, proto se do tohoto vedení dá umístit i telefonní linka. V rychlejších sítích už jsou ovšem využívány všechny páry vedení, proto je nutné dávat pozor pro jakou přenosovou rychlost danou sítí navrhujeme.

Podle standardu TIA/EIA-568-C dělíme kroucené dvojlinky do několika kategorií:

Kategorie	Standart	Rychlost	Šířka pásma	Konektor
-----------	----------	----------	-------------	----------

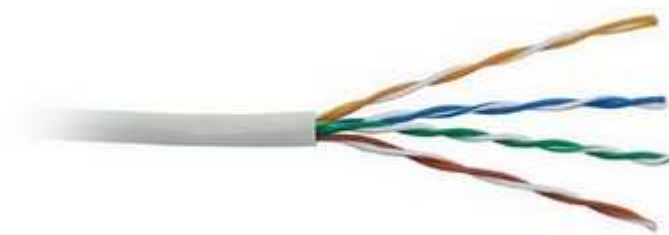
Cat 5	100 Base-T	100 Mb/s	100 MHz	RJ-45
Cat 5e	1000 Base-T	1 Gb/s	125 MHz	RJ-45
Cat 6	10 GBase-T	1 Gb/s	250 MHz	RJ-45
Cat 7	10 GBase-T	10Gb/s	600 MHz	GG-45, TERA

Tabulka 1. Vlastnosti kroucené dvojlinky (Zdroj:[1])

Tento standard také specifikuje informace o přiřazení pinů nejpoužívanějšího konektoru RJ-45 nebo charakteristickou impedanci, která vzniká díky dielektrickým vlastnostem izolace a blízkosti vodičů.

Charakteristická impedance udávaná TIA /EIA-568-C je 100 Ω , v praxi se, ale můžeme setkat i se 120 Ω nebo 150 Ω . TIA/EIA-568-C udává i barevné označení jednotlivých vodičů. Standardně jsou ve čtyřpárovém kabelu vodiče zelené, modré, oranžové a hnědé barvy, každý pár má také bílý vodič s proužky v barvě druhého vodiče v páru. Každý kabel má na plášti označení, které obsahuje kategorii podle TIA/EIA-568-C, povolené použití podle UL/NEC, počet vodičů a jejich průměr. Většinou na něm bývá také uvedeno jméno výrobce, identifikační číslo a označení metráže. Neoznačený kabel se obecně považuje za kabel kategorie 3.

Kroucená dvojlinka existuje ve stíněném (STP) a nestíněném (UTP) provedení. Stíněná dvojlinka se od nestíněné liší pouze kovovým opletením, které zvyšuje odolnost vůči rušení. Stíněn může být každý pár uvnitř kabelu nebo jen plášť kabelu (ScTP).



Obrázek 11. Kroucená dvojlinka (zdroj:<notebook.cz>)

1.3.2 Optický kabel

Optické kabely se svou konstrukcí podobají některým vícežilovým metalickým kabelům, ale jsou založeny na jiném principu. Data nejsou přenášena elektricky po

metalických vodičích, ale světelnými impulsy ve světlovodných optických vláknech vyráběných protahováním skla nebo plastů.

Základním prvkem kabelu je optické vlákno vložené do sekundární ochrany, která zabraňuje mikroohybům a makroohybům. Tato ochrana může být těsná či volná. Těsná ochrana přímo přiléhá na vlákno, u kabelů s volnou sekundární ochranou jsou vlákna vedeny volně uvnitř ochranné trubky. Další vrstvou je konstrukční vrstva, která zvyšuje pevnost kabelu. Poslední vrstvou je plastový vnější kryt. V kabelu jsou minimálně dvě vlákna - pro každý směr jedno. Obvykle je v kabelu několik párů vláken.

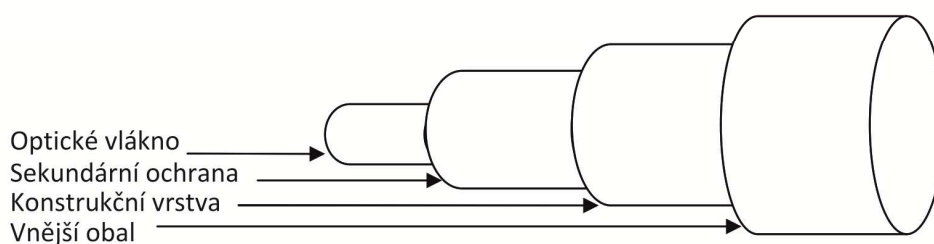
V praxi používané kabely mají skleněné jádro. Existují také kabely s plastovým jádrem, ty ovšem nemají tak dobré vlastnosti jako skleněné. V budoucnu můžeme očekávat, že i plastová jádra dosáhnou vlastností podobných skleněným za lepší cenu. V současné době jsou optické kabely instalovány v páteřních rozvodech a kombinují se s metalickými vodiči. Obrovskou výhodou optických kabelů je absolutní odolnost vůči elektromagnetickým rušením a vysoká bezpečnost přenosu dat. Optické kabely bývají zakončeny standardizovanými konektory ST a SC. Pro převod elektrického signálu ze síťové karty na optický signál a naopak se používá převodník. Převodník bývá často zabudován ve switchích, kde máme alespoň jeden port pro optický kabel, zbytek portů může být pro metalické vodiče. Dalším zařízením používaným v optické kabeláži je konvertor, který umožňuje připojení optického vlákna na kroucenou dvojlinku.

Podle konstrukce optického vlákna rozeznáváme dva druhy vláken, a to mnohavidové a jednovidové. Mnohavidové (MMF-Multi Mode Fiber) kabely mají horší optické vlastnosti, protože dochází k lomům vedeného světelného paprsku. Vedené světlo se rozpadá na několik částí, které dorazí k přijímači se zpožděním a tím vzniká zkreslení signálu. Optické sítě z těchto kabelů jsou levnější a to především díky levnému a méně kvalitnímu zdroji světla. Zdrojem světla pro mnohavidové kabely je LED dioda.

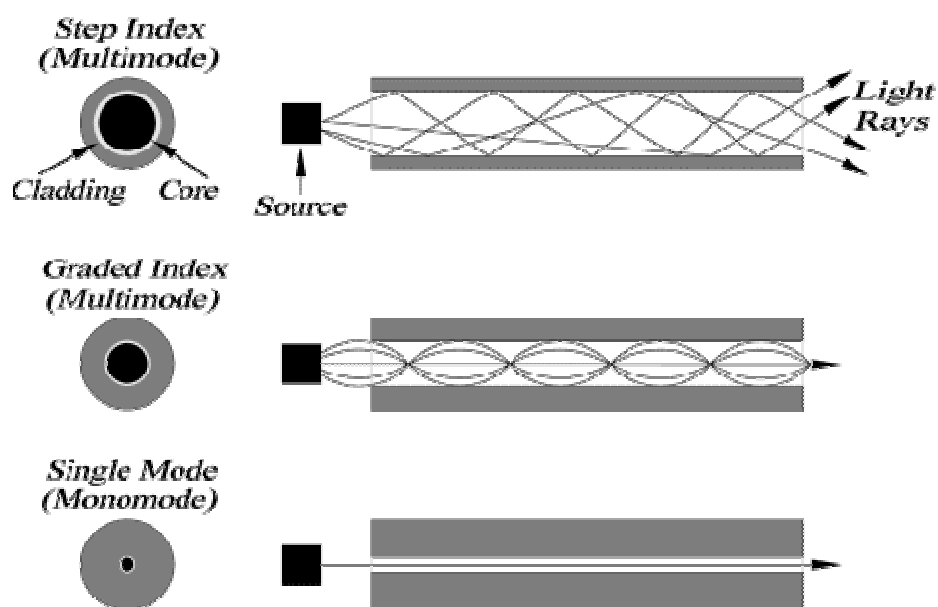
Technologie mnohavidových kabelů neumožňuje přenášet signál na dlouhé vzdálenosti, avšak pro místní sítě LAN jsou ve většině případů dostačující.

Jednovidové (SMF-Single Mode Fiber) vlákna mají malý a konstantní index lomu mezi jádrem a pláštěm optického vlákna. Tato vlákna mají lepší optické vlastnosti, vyšší přenosovou kapacitu a dokáží přenést signál na mnohem větší vzdálenost než mnohavidové. Tyto kabely využívají jako světelný zdroj laser. Tato technologie je

velice nákladná, a proto je využívána především telekomunikačními firmami, v místních sítích se s nimi setkáme jen zřídka.



Obrázek 12. Stavba optického vlákna



Obrázek 13. Průchod světla jednovídným a vícevídným vláknem (zdroj: <petrik.bigblogger.lidovky.cz>)

1.3.3 Koaxiální kabel

Nejstarším typem kabelu, který byl v počítačových sítích použit, je koaxiální kabel. Tisíce starých sítí na něm stále fungují, ale v naprosté většině nově budovaných sítí se s ním neseťkáme. Hlavními výhodami koaxiálního kabelu jsou dobré stínění, nízký útlum

při síťových frekvencích a nízké náklady na instalaci. Díky konstrukci koaxiálního kabelu dochází ke snížení venkovního rušení signálu a minimalizaci vyzářování kabelu.

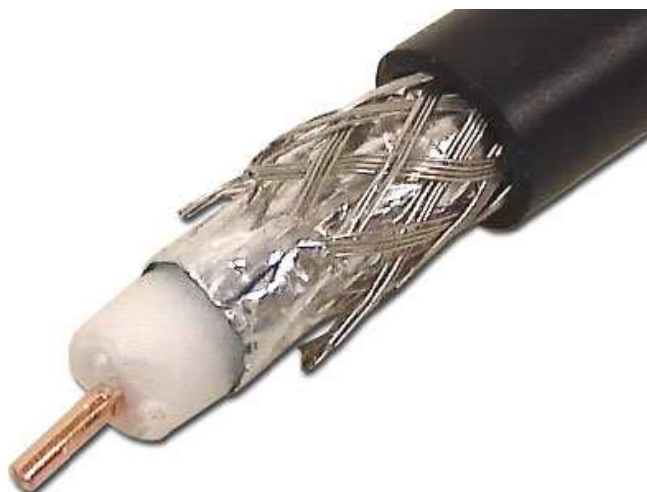
Koaxiální kabel se skládá ze středového vodiče, který může být plný či lankový. Dále se kabel skládá z dielektrika, které odděluje jádro od koaxiálně uloženého opletení. Další vrstvou kabelu je stínění, které může být foliové s drátem či oplétané. Stínění zadržuje elektrické a magnetické pole uvnitř kabelu a zároveň stíní středový vodič před možným okolním rušivým polem. Můžeme se setkat i s dvojitým stíněním. Poslední vrstvou kabelu je vnější plášť.

Koaxiální kabely jsou vyráběny s charakteristickou impedancí 50Ω, 75Ω a 92Ω. V počítačových sítích se můžeme setkat s tenkým a tlustým Ethernetem, toto označení bylo odvozeno od tloušťky kabelu. Pro obě tyto technologie se používal kabel s charakteristickou impedancí 50Ω. S koaxiálním kabelem už se v moderních počítačových sítích příliš nepočítá. Není již uváděn ani ve standardu EIA/TIA-568-A.

V níže uvedené tabulce je uvedeno porovnání vlastností jednotlivých médií:

Charakteristika	Kroucená dvojlinka	Optické vlákno	Koaxiální kabel
náklady na instalaci	nízké	vysoké	střední až vysoké
přenosová rychlost	řádově až Gbit/s	až Tbit/s	Gbit/s
dosah	desítky až stovky metrů	řádově stovky metrů u mnohavidového vlákna, řádově desítky km u jednovidového vlákna	stovky metrů
odolnost proti rušení	nízká(UTP) střední(STP)	velmi vysoká	střední až vysoká
obtížnost instalace	malá	vysoká	malá
spolehlivost	střední až vysoká	vysoká	vysoká

Tabulka 2. Základní charakteristiky přenosových médií (Zdroj:[1])



Obrázek 14. Stavba koaxiálního kabelu (zdroj: <techgenie.com>)

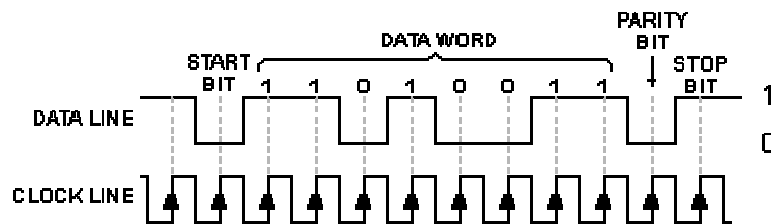
1.4 Rozhraní

Rozhraní realizuje správný přenos dat mezi jinými stanicemi. Podle způsobu přenosu dat rozlišujeme sériové a paralelní rozhraní.

1.4.1 Sériové rozhraní

Při sériovém přenosu signálu jsou po jednom datovém vodiči za sebou přenášeny jednotlivé bity dat, které jsou doplněny o další bity sloužící pro kontrolu správnosti přenosu. Nejznámější realizací tohoto rozhraní je sériové rozhraní RS-232C. Tímto rozhraním je vybavena převážná část osobních počítačů. Napěťová úroveň pro signál reprezentující hodnotu false je stanovena na +3V až +15V, pro signál hodnoty true je tato hodnota od -15V do -3V.

Hlavními rysy tohoto rozhraní jsou malá odolnost proti rušení, nízká přenosová rychlost a přenos dat na malé vzdálenosti. Maximální délka vedení byla původně stanovena na 15m, nyní norma délku nspecifikuje. V normě je pouze specifikována kapacita kabelu na 2500pF. Maximální přenosová rychlost podle doporučení pro RS-232F byla určena na 19200 bit/s. Na kratší vzdálenosti můžeme dosáhnout rychlejší komunikace. Přenos dat po lince je asynchronní. V klidovém stavu je na lince logická 1. Každé vysílání začíná start bitem (logická 0) poté následuje přenos dat, paritní bit pro kontrolu správnosti přenosu a stop bit či stop bity.



Obrázek 15. Přenos jednoho datového slova po rozhraní TIA/EIA 232 (zdroj: <hw.cz>)



Obrázek 16. Sériové rozhraní RS-232C (zdroj: <www.sanwa.co.jp>)

Nejstarším sériovým rozhráním je proudová smyčka, ta byla používána především u dálnopisu a u starších typů tiskáren. Proudová smyčka má malou přenosovou rychlost (max. 19200 bit/s), ale je velice odolná proti rušení, neboť smyčkou buď teče nebo neteče proud. Logická 0 je reprezentována proudem od 0mA do 3mA, logická 1 má hodnotu 14mA až 20mA. Pro parametry proudové smyčky neexistuje žádná norma.

1.4.2 Paralelní rozhraní

Paralelní rozhraní využívá paralelní přenos dat, kde jsou všechny datové bity přenášeny současně vedle sebe. K přenosu dat je potřeba 8 vodičů, pro každý bit jeden,

a k tomu další vodiče pro řídicí signály. Ve výpočetní technice se nejvíce využívá rozhraní centronics, což je standard pro většinu tiskáren. Pracuje se zde s napěťovými úrovněmi 0V až 0,4V pro logickou 0 a 2,4V až 5V pro logickou 1. Délka kabelu by neměla být delší jak 3 metry, neboť jakékoli zpoždění na některém z vodičů znamená nesrozumitelný znak na příjmu.



Obrázek 17. Paralelní rozhraní Centronics (zdroj: <parts.digikey.com>)

2 Spojová vrstva

Druhou vrstvou ISO/OSI modelu je spojová vrstva, která bývá také někdy nazývána linková či originálně data link layer. Spojová vrstva umožňuje spojení mezi dvěma sousedními systémy a větvení datových spojení. Spojení je vytvářeno i rušeno dynamicky. Spojová vrstva řadí data z fyzické vrstvy do rámců. Rámce seřazuje, formátuje a opatřuje fyzickou adresou. Zajišťuje nastavení parametrů pro přenos po lince, oznamuje neopravitelné chyby vyšší – síťové - vrstvě, detekuje a opravuje chyby, řídí tok. Stará se o identifikaci a výměnu parametrů, hlídá dodržování hodnot výkonnosti spojových služeb. Spojová vrstva je složena ze dvou podvrstev, a to z podvrstvy media access control (MAC) a z podvrstvy logic link control (LLC).

2.1 Podvrstva Media Access Control (MAC)

Podvrstva MAC zajišťuje řízení přístupu k přenosovému médiumu, formátování fyzických rámců a také zodpovídá za fyzickou adresaci. Podvrstva MAC je úzce vázána na konkrétní fyzickou infrastrukturu sítě. Jedinou společnou vlastností MAC podvrstvy pro všechny typy LAN sítí je způsob fyzické adresace. Tuto vlastnost rozeberu podrobněji a dále se budu věnovat přístupové metodě CSMA/CD, která je u lokálních sítí standardu 802.3 v podvrstvě MAC používána pro přístup ke sdílené sběrnici.

2.1.1 Adresace MAC

MAC adresy se nejčastěji vyjadřují v hexadecimálním tvaru. Adresy mohou mít dvě různé délky, a to 16 bitů nebo 48 bitů. U obou typů adres dokážeme podle prvního bitu určit, zda se jedná o individuální či skupinovou adresu. Individuální adresa určuje pouze jedno místo v síti. Druhý bit 48 bitové adresy nám prozradí, jestli se jedná o místně přidělenou či univerzálně spravovanou adresu. Pokud je hodnota tohoto bitu 0, jedná se o adresu univerzálně spravovanou, tato adresa je světově unikátní.

Výrobci sítových zařízení je pevně přidělena první polovina adresy, druhou polovinu přiděluje sám výrobce, a to tak, aby byla dosažena jedinečnost adresy.

Tato adresace se týká tedy pouze 48 bitové adresy, 16 bitové adresy jsou přidělovány jen lokálně. Tyto adresy jsou konfigurovány manuálně. Adresy universálně spravované, které jsou vypáleny (Burned In Address - BIA) do paměti ROM na rozhraní mohou být také softwarově změněny, některá rozhraní dokonce dovolují použití více aktivních MAC adres. Každé aktivní síťové zařízení má aktivní MAC adresu, která je při generování rámců použita jako zdrojová adresa. Aktivní adresa může být jak pevně vypálená (BIA) tak lokálně přidělená. Lokálně přidělená adresa je definována softwarově, takže se při výměně síťového zařízení nezmění, což je výhodné například pro správce sítě, kteří si mohou s MAC adresou spojit konkrétního uživatele. Skupinové adresy mají první bit adresy nastavený na 1. Používají se pro skupinové vysílání (multicasting) na spojové vrstvě.

2.1.2 Přístupová metoda CSMA/CD

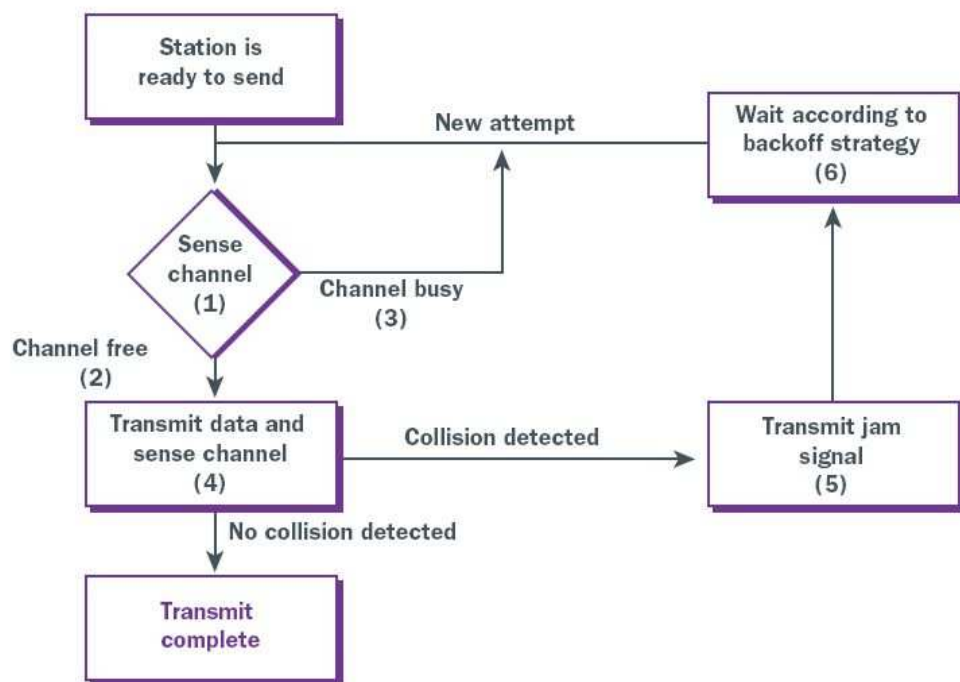
Carrier Sense Multiple Access (CSMA) je pravděpodobnostní protokol přístupu k médium, ve kterém je ověřována volnost přenosové cesty před vysláním na sdílené médium. Carrier sense, neboli naslouchání nosné, znamená detekci přítomnosti signálu na nosné vlně před pokusem o vysílání. Pokud není na nosné detekován žádný signál, stanice začne vysílat; v opačném případě stanice počká dokud probíhající vysílání neskončí. Druhá část názvu - multiple access - říká, že se jedná o vícenásobný přístup, což znamená, že na médium vysílá i přijímá signál více uzlů.

Protokol CSMA má několik variant. Jednou z nich je CSMA/CD používaná na klasickém Ethernetu. Vzhledem k tomu CSMA/CD vychází z CSMA, jedná se o metodu mnohonásobného přístupu prostřednictvím nosné. Přívlástek CD nám sděluje, že tato varianta CSMA je s detekcí kolizí (Collision Detection). Obdobně jako samostatná CSMA stanice, chystající se na vysílání, naslouchá médium a pokud se po médium nepřenáší žádný signál, stanice začne vysílat. Ve stejném okamžiku se může o vysílání pokoušet více stanic současně a tím se naruší veškerý přenášený signál. Vznikne kolize vyplývající z přenosového zpoždění, protože se vzdálenější stanice domnívají, že je linka volná. Stanice, které signál vyslaly, stále naslouchají sběrnici a pokud dojde ke kolizi, okamžitě ji detekují. Stanice, která detekuje kolizi jako první, vyšle jam signál oznamující kolizi. Po vyslání tohoto signálu se přenosová cesta uvolní a může dojít k opětovnému vysílání.

Aby nedošlo k další kolizi nevysílají účastníci kolize ihned po uvolnění cesty, ale až po určité náhodné době. Samozřejmě může dojít k přetížení sítě a k opakovaným kolizím, proto se stanice pokouší o opakované vysílání maximálně 16 krát.

CSMA/CD pracuje s náhodností a nejistotou při vysílání, jedná se o nedeterministickou stochastickou metodu vhodnou pro malé a málo zatížené sítě. Výhodou CSMA/CD je snadná správa sítě a jednoduchá implementace. Nevýhodou je stoupající počet kolizí při zvyšování počtu stanic v síti. Protože se jedná o stochastickou metodu, nemůže tedy zajistit úspěšné spojení v určitém čase. Využití šíře pásma v Ethernetu se pohybuje okolo 30%, při vyšším provozu dochází častěji ke kolizím.

CSMA/CD už není jedinou přístupovou metodou Ethernetu. V současnosti se sítě segmentují pomocí přepínačů, a tak pásmo částečně vyhradí pro nejvíce vytíženou pracovní stanici či server. Gigabitové varianty Ethernetu již pracují v režimu plného duplexu, což znamená, že komunikace může probíhat v obou směrech současně.



Obrázek 18. Základní algoritmus metody CSMA/CD (zdroj: <<http://www.10gea.org>>)

2.2 Podvrstva Logical Link Control (LLC)

Podvrstva LLC obstarává přenos fyzických datových rámců na konkrétní přenosové cestě. LLC je hardwarově nezávislá a může tak využívat různé typy MAC. Služby, které poskytuje LLC uživatelům, jsou uvedeny v normě 802.2. Norma uvádí tři služby, a to nepotvrzovanou službu bez spojení, službu se spojením a potvrzovanou službu bez spojení.

„Nejpoužívanější službou v lokálních sítích je nepotvrzovaná služba bez spojení. Vysílání a přijímání rámců probíhá bez navazování spojení, potvrzování, bez chybového řízení a řízení toku. Detekce chyb a zničení rámce řeší úroveň MAC. Každý paket se přenáší samostatně, různými cestami v síti a musí být nutně vybaven všemi potřebnými informacemi, jako jsou adresa a pořadí paketu ve zprávě. Druhou službou uvedenou v normě je služba se spojením. Dochází k navázání logického spojení mezi přístupovými body. Je zajištěno spolehlivé doručení rámců pomocí chybového řízení, řízení toku, potvrzování a pořadových čísel. Pouze první paket obsahuje adresové informace, ostatní pakety jsou již doručovány po stejné cestě. Poslední zde popsanou službou je, minimálně využívaná, potvrzovaná služba bez spojení, zde nedochází k navazování spojení, ale provádí se potvrzení doručení dat. Koncové stanice mohou podporovat kombinaci více typů služeb LLC, nebo také mohou podporovat všechny tři typy služeb.“¹

¹ Převzato z [1]

3 Návrh strukturované kabeláže

Strukturovaná kabeláž je v podstatě síť spojující jednotlivé periferie a síťová zařízení. Je to fyzické přenosové médium, prostřednictvím kterého spolu tato zařízení komunikují. Se strukturovanou kabeláží se dnes setkáme téměř na každém kroku. Většina měst je prorostlá sítí optických a měděných kabelů, které se dostávají nejen do kanceláří, institucí do škol, ale také do domácností. Raketový nástup síťové technologie zapříčinil vznik mezinárodně uznávaných standardů a norem, které specifikují jednotlivé typy kabelů. Výrobci kabelů, konektorů a dalších síťových komponentů se musí těchto standardů držet, což by mělo garantovat správnou funkčnost výsledné sítě. V této kapitole vám přiblížím základní filosofii návrhu sítě.

3.1 Základní cíle návrhu strukturované sítě

V této části mé práce zmíním několik základních cílů, kterých bychom se měli při navrhování strukturované kabeláže držet.

3.1.1 Dodržování standardů

Jednou z otázek, kterou si budeme při výstavbě sítě klást, je otázka striktního dodržování standardů. Pokud bychom se standardů pevně drželi, dokáže nám síť poskytnou její maximální možné využití a řadu výhod (snadná diagnostika, oprava, rozšíření). Oproti tomu nedodržování standardů může být sice finančně výhodnější, avšak je z mého pohledu naprosto nesmyslné. Zařazením prvku z nižší kategorie do sítě omezíme vlastnosti prvků z vyšší kategorie a tím snížíme výkon celé sítě. Obdobné to je i u přidání prvku vyšší kategorie; tady sice nedojde ke snížení výkonu sítě, ale zároveň nám ho ani nenavýší. Je to tedy zbytečné, pokud neplánujeme v blízké době přestavbu sítě na daný standard. Takže prvním cílem při návrhu sítě by mělo být dodržování standardů.

3.1.2 Snadná instalace

Každá síť by se měla dát jednoduše instalovat a udržovat. V nabídce výrobců existuje obrovské množství jednotlivých síťových komponentů. Na otázku jaké zvolit nám ve většině případů odpoví standardy. Další rozhodnutí už je na nás. Osobně bych volil zařízení, které nevyžaduje příliš mnoho speciálního vybavení a snadno se instaluje. Právě snadná instalace nám totiž ušetří spoustu času i peněz.

3.1.3 Možnost rozšíření

Jak už jsem zde zmiňoval, síťové technologie se neustále vyvíjí. Při stavbě sítě si ne vždy můžeme dovolit instalovat nejnovější technologie. Měli bychom se, ale snažit, aby byla možná co nejjednodušší inovace sítě. S jejím možným rozšířením je dobré počítat už při návrhu sítě a natáhnout více kabelů než je momentálně potřeba. Protože nevidíme do budoucnosti, není možné odhadnout jakým směrem se síť za pár let vyvinou. Jediným racionálním způsobem jak se rozhodnout při výběru kabeláže, je zvolit standard odpovídající dnešním běžně používaným technologiím či o něco vyšší.

3.1.4 Spolehlivost sítě

Při instalaci kabelů bychom měli dodržovat normy určené pro dané kabely. Dodržením správných pracovních postupů, správné volby a položení kabelu se vyvarujeme řady problémů, které mohou používáním sítě vzniknout. Odhalení špatného kabelu není zcela jednoduché, většinou nejprve hledáme chybu na periferiích a síťových zařízeních. Kabel je většinou tou poslední komponentou, na které budeme chybu hledat. Odstranění chyby na kabelu je náročné a je s tím spojena řada problémů. Proto by pro nás bezchybná instalace kabelů měla být prioritou.

3.1.5 Spokojenost investora

Tím nejdůležitějším cílem by měla být spokojenost investora s výslednou sítí. Měli bychom být schopni navrhnout takovou síť, která by splňovala veškeré klientovy představy a poskytovala služby, které od ní očekává. Cena výsledné sítě by se neměla příliš lišit

od původního rozpočtu. Pokud bude investor spokojen se sítí po určité době jejího používání můžeme si gratulovat, protože jsme postavili síť, která dobře slouží svému účelu.

3.2 Strukturování sítě

Struktura sítě je základním stavebním kamenem každé sítě. Jedná se o hierarchický systém kabelů propojující centrální bod, pomocná místa a koncové pracovní stanice. Kabel samozřejmě nemůže být nekonečný, maximální délky kabelů pro jednotlivé kategorie udává norma TIA/EIA-568-C, síť proto segmentujeme na menší kusy.

Tato situace se dá dobře demonstrovat na vícepatrové budově, kde každé patro má svoji síťovou místnost, ze které je síť rozvedena horizontálními rozvody po patře a páteřními rozvody jsou propojeny jednotlivé síťové místnosti. Pro páteřní rozvody je dobré volit co nejkratší kabel, nejlépe optický. Pro horizontální rozvody se nejčastěji používá metalický vodič. Toto by byl samozřejmě ideální případ. Ve skutečnosti se tak často neseťkáme s budovou, ve které by byla síťová místnost na každém patře. Můžeme proto rozbočovač umístit kamkoli v patře tak, aby byl řádně odvětráván, nebyl zarovnán ostatním vybavením, byl snadno dostupný a obecně řečeno nesmí moc překážet. Ideální místem je roh místnosti. Velká podlaží si mohou vyžádat více jak jeden rozbočovač či přímo samostatnou síťovou místnost. Veškerý návrh se odvíjí od konkrétní budovy, pro kterou je síť určena. Nelze obecně popsat všechny možné varianty. Každý dům si žádá individuální přístup a nelze na něj použít šablonu.

4 Realizace počítačové sítě

4.1 Analýza současného stavu

Základním požadavkem investora byla výstavba počítačové sítě v rekonstruovaném rodinném domě v blízkosti centra jednoho okresního města ve středních Čechách. Požadavky investora zahrnovaly výstavbu malé lokální sítě s centrálním úložištěm, bezdrátovým access pointem, síťovou tiskárnou, bezpečnostním kamerovým systémem a s možností dalšího rozšíření sítě. Objekt, pro který je síť navrhována, je dvoupodlažní, podsklepený dům s jedním půdním pokojem. V současné době prochází rekonstrukcí, při které jsou pod omítku instalovány husí krky pro rozvod síťového kabelu. Půdorysy jednotlivých podlaží naleznete v příloze.

4.2 Prvotní návrh a rozpočet

Prvním, a také nejdůležitějším úkolem, bylo rozhodnout jaký typ sítě bude pro tento dům vhodný. Dospěl jsem k závěru, že pro malou domácí síť je nejvhodnější síť typu 100/1000BaseT, což je novější verze Ethernetu na kroucené dvojlince používající aktivní hvězdicovou topologii.

Dalším důležitým krokem bylo správné zvolení kabeláže. Pro síť typu 100BaseT je dnes standardně používána kroucená dvojlinka kategorie CAT5e. V tomto případě bude podle doporučení odborné literatury pro výběr kabeláže použit kabel vyšší kategorie, a to kroucená dvojlinka kategorie CAT6, která podporuje nastupující 1000BaseT. V této kategorii bude také stavěna celá síť. Vzhledem k tomu, že tento standard není ještě příliš rozšířen, jedná se o investici do budoucnosti díky které nebude v nejbližších letech nutná rozsáhlá modernizace sítě.

4.2.1 Strukturovaná kabeláž

Pro instalaci kabelových rozvodů byl zvolen kabel typu FTP (Foil Shielded Twisted Pair); to znamená folií stíněná kroucená dvojlinka, u které lze dosáhnout 100% stínění.

Stíněný kabel byl volen pro jeho vyšší odolnost vůči rušení a přeslechům, protože část rozvodů povede v blízkosti silových kabelů. Celková délka kabelu potřebná k instalaci strukturované kabeláže v celém domě byla odhadnuta na 250 metrů. Těmto požadavkům odpovídá celá řada kabelů od různých výrobců. Norma popisující kategorii 6 přesně udává požadavky, které musí kabel této kategorie splňovat, proto se vlastnosti kabelů jednotlivých výrobců příliš neliší. Z tohoto důvodu byla hlavním hlediskem mého rozhodování cena. Nejlépe těmto parametrům vyhovoval vysoce výkonný stíněný kabel CAT6 typu drát od holandské firmy Gembird. Tento kabel je určený pro horizontální rozvody strukturované kabeláže, splňuje požadavky specifikované v mezinárodních standardech TIA/EIA 568, EN 50173 a ISO 11801 pro CAT6. Vodiče kabelu jsou vyrobeny z velmi kvalitního měděného drátu, jednotlivé páry jsou od sebe odděleny plastovým křížem. Plášť kabelu je vyroben z nehořlavého a bezhalogenového LSOH. Kabel je dodáván v návinnu 305 metrů a je umístěn v boxu. Kabel má značení metráže po 1 metru.

Dalším prvkem strukturované kabeláže jsou konektory. V mém případě byl zvolen konektor RJ-45 od firmy OEM, a to opět především díky své ceně, protože vlastnosti konektorů různých výrobců byly téměř totožné. Tento konektor může být dobře kombinován se mnou zvoleným stíněným kabelem kategorie 6 typu drát. K osazení tohoto konektoru je nutné použít speciální krimpovací kleště.

Posledním prvkem, který je potřeba k dokončení kabeláže, je keystone neboli zásuvka. Investor zvolil pro celý dům domovní elektroinstalační materiál firmy ABB designové řady TIME[®]. Pro tuto designovou řadu výrobce vydal přehled použitelných konektorů, podle kterého jsem zvolil keystone od firmy Solarix. Tyto keystoney se obtížněji zapojují, protože k jejich instalaci je zapotřebí speciální narážecí, zářezový nástroj. V mém případě nebyla obtížnost instalace až takový problém, protože celkový počet instalovaných keystoneů byl odhadnut na 16 kusů. Protože cena těchto keystoneů byla oproti keystoneům s jednoduchým narážecím mechanismem v některých případech až o 100,-Kč nižší, bylo rozhodování o to jednodušší. Mnou zvolený keystone je plně kompatibilní se zvoleným kabelem, je stíněný a splňuje standard kategorie CAT6. Minimální životnost keystoneu výrobce udává na 1000 zapojení a odpojení.

4.2.2 Switch

Jedním z hlavních prvků celé navrhované sítě je switch neboli přepínač. U této komponenty jsem vsadil na switch od zavedené firmy D-Link, která vyrábí síťové komponenty již 25 let. Switch je tedy od této firmy a nese typové označení DGS-1016D. Jedná se o kompaktní gigabitový síťový switch se 16 porty RJ-45, které automaticky rozpoznají přenosovou rychlost (10,100 nebo 1000Mbit/s) připojených stanic, automaticky rozlišují provoz Full a Half Duplex, podporují Flow Control proti ztrátám dat při přenosu a díky funkci Auto MDI/MDIX můžeme použít jak křížený tak přímý kabel. O aktivitě jednotlivých portů nás informuje sada LED diod. 16 portový switch jsem volil proto, aby zůstaly minimálně 4 porty volné pro možné rozšíření sítě o další síťová zařízení. Tento switch je ve své kategorii oproti switchům jiných výrobců nákladnější, ale protože mám se zařízením od firmy D-Link dobré zkušenosti, věřím v jeho kvality a dlouhou životnost.

4.2.3 Wifi access point

Jedním z požadavků investora bylo také pokrytí celého domu bezdrátovou wifi sítí. Původně jsem chtěl zvolit bezdrátový access point také od firmy D-Link, ale skvělé reference na výrobky firmy TENDA mě nechaly své rozhodnutí ještě jednou zvážit. Firma TENDA se zaměřuje zejména na bezdrátové access pointy pro malé firmy a domácnosti a nabízí tyto zařízení za podstatně nižší cenu než firma D-Link. Zvolil jsem proto access point právě od této firmy.

Mnou zvolený Access point nese označení W300A. Tento přístupový bod podporuje standardy IEEE 802,11 b/g/n, maximální přenosová rychlost udávaná výrobcem je 300Mb/s, pracovní frekvence je 2,4 GHz. O šíření signálu se starají 3 odnímatelné antény o výkonu 3dBi. Zabezpečení přenášených dat je zde možné pomocí WEP,WPA či WPA2. Další skvělou vlastností tohoto zařízení je možnost napájení po Ethernetu(PoE).

4.2.4 Ostatní síťové zařízení

Jedním z dalších investorových přání byla instalace bezpečnostního kamerového systému s možností vzdáleného dohledu. Pro takovýto kamerový systém se zprvu jevily jako ideální IP kamery, kterých je na trhu nepřehledné množství. Při výběru kamer jsem,

ale narazil na kamerový systém od společnosti Hütermann E.D.D. Tento bezpečnostní kamerový systém nevyužívá technologii klasických IP kamer, kamery tak nejsou svedeny do switche, ale do speciální kamerové karty umístěné v libovolném počítači. Zvolil jsem tento kamerový systém, protože přesně odpovídá požadavkům investora a v porovnání s IP - kamerovým systémem vychází velice levně.

V mém případě zvolení tohoto kamerového systému vyřešilo také problém s volbou centrálního datového úložiště. Jako datové úložiště bude sloužit serverový počítač, do kterého budou také svedeny kamery. Jako kamerový systém bude tedy použit systém od firmy Hütermann se třemi venkovními, barevnými kamerami typu BOLE-B223, které díky 24 infračerveným diodám umožňují noční vidění až 25 metrů. Kamery budou pracovat v kombinaci se speciální kamerovou PC kartou umožňující detekci pohybu, přičemž si uživatel může přesně definovat zónu detekce pro každou připojenou kameru. Technologie detekce pohybu umožňuje záznam obrazu pouze v okamžiku, kdy došlo k narušení sledovaného prostoru a výrazně tak snižuje požadavky na velikost disku. Při optimalizované kompresi lze na 1GB prostoru disku uložit 24 hodin záznamu. Systém oznámí narušení prostoru prostřednictvím telefonu.

Součástí softwarového vybavení, dodávaného společně se systémem, je klient pro vzdálenou správu a webový server. Proto se můžeme k danému kamerovému systému připojit z jakéhokoliv počítače připojeného k internetu nebo místní síti. Další nespornou výhodou je napájení kamer přímo z počítače; tudíž není nutná instalace další kabeláže, která by v případě levnějších IP kamer byla nutná. Jako serverový počítač byl volen repasovaný stolní počítač Fujitsu Siemens s procesorem Pentium 4 s frekvencí 2,8GHz, operační paměť 512MB a s pevným diskem 120GB. Pro malou domácí síť by měl být síťový počítač těchto parametrů dostačující. Nedostatkem může být malá kapacita pevného disku, kterou je ale možné rozšířit o další disky.

4.2.5 Rozpočet

Podle výše uvedených komponentů sítě byl sestaven orientační rozpočet, který byl investorem akceptován. Rozpočet nezahrnuje cenu práce, neboť dodávka je prováděna ve vlastní režii investora.

Zařízení			Cena		
Název	výrobce	typ	množství	Cena za kus	Cena celkem
Strukturovaná kabeláž					
Kabel	Gembird	drát, CAT6, FTP, LSOH, 305m/box	1ks/305m	2 999 Kč	2 999 Kč
Konektor	OEM	RJ45, CAT6, STP, 8p8c, stíněný, skládaný, na drát	25ks	12,60 Kč	315 Kč
Keystone	Solarix	RJ45, CAT6, STP, stíněný	16ks	70 Kč	1 120 Kč
					4 434 Kč
Switch a bezdrátový access point					
Switch	D-Link	DGS-1016D	1ks	3 286 Kč	3 286 Kč
AP	TENDA	W300A	1ks	1 439 Kč	1 439 Kč
					4 725 Kč
Kamerový systém					
Kamera	Hütermann	BOLE-B223	3ks	1 439 Kč	4 317 Kč
PC-karta	Hütermann	C14	1ks	899 Kč	899 Kč
Adaptér	Hütermann	AV-23	3ks	298Kč	894Kč
Kabel	Hütermann		70m	11,40 Kč	798 Kč
					6 908 Kč Kč
Datové úložiště/ server					
PC	Fujitsu siemens	P4, 2,8GHz, HDD 120GB, 512MB RAM	1ks	2999 Kč	2999 Kč
Předpokládané expediční náklady					500 Kč
Předpokládaná cena celkem vč. DPH					19 566 Kč

Tabulka 3. Rozpočet (Zdroj: Autor)

4.3 Realizace a konfigurace sítě

V této kapitole je popsána realizace sítě od položení strukturované kabeláže přes zapojení jednotlivých síťových zařízení až po samotnou konfiguraci sítě. Jsou zde také shrnuty náklady na výstavbu celé sítě a následné srovnání s rozpočtem.

4.3.1 Strukturovaná kabeláž

Instalace kabelů probíhala do již zabudovaných husích krků uložených pod omítkou. Tento fakt byl zcela jistě přínosem co se týká estetického hlediska, neboť kabely nemusely být instalovány do plastových lišt vyráběných za tímto účelem a podle mého názoru notně nevzhledných. Nevýhodou tohoto řešení ovšem byla obtížnější instalace kabelů, a to především z důvodu malé propustnosti husích krků; v některých případech bylo velice obtížné dostat kabel nepoškozený na místo určení.

Jako síťovou místnost zvolil investor místnost ve druhém nadzemním podlaží (2.01), odkud byly síťové kabely rozvedeny celkem do sedmi místností. Do sklepa byl sveden pár kabelů pro jednu dvojjásku. V prvním nadzemním podlaží byla kabeláž vedena zdvojeně do dvojjásek v obývacím pokoji, pracovně a kuchyni. V druhém nadzemním podlaží byl kabel natažen do dvou zásuvek v ložnici a dvou dvojjásek v síťové místnosti. V půdním pokoji byla osazena jedna zásuvka a zároveň sem byl také natažen kabel na připojení antény pro příjem internetu od některého ze zdejších poskytovatelů.

Celkem tedy bylo osazeno 15 keystoneů v 8 zásuvkách, celková délka kabelu se příliš nelišila od prvotního odhadu, celkem bylo nataženo přibližně 270 metrů kabelu. Zakončení kabelů v síťové místnosti není podle očekávání v patch panelu, nýbrž dle přání investora jsou kabely zakončené konektorem RJ-45 a vyvedeny z krabice uložené pod omítkou přímo do switchu. Kabely byly zapojeny jako přímé tak, jak je pro komunikaci mezi switchem a dalším síťovým zařízením zvykem. V našem případě by nevadilo ani zapojení křížené neboť switch instalovaný do této sítě má funkci Auto MDI/MDIX, díky které dokáže rozpoznat o jaký typ kabelu jde. Switch nebyl instalován do rozvaděče, ale volně na stůl a byl umístěn do prostoru tak aby bylo dosaženo dobré ventilace. Při osazování kabelů konektory RJ-45 byly použity speciální krimpovací kleště. Správnost zapojení kabelů byla ověřena cable testerem. V síťové místnosti byla část kabelů zapojena do switchu, zbylé kabely byly ponechány jako rezerva pro budoucí instalaci domácích telefonů.

Podle síťového dokumentačního standardu TIA/EIA-606-A by měla být každá síť řádně zdokumentována. Standard doporučuje označit minimálně oba konce kabelů, což v našem případě znamená označení síťových zásuvek a opatření druhého konce kabelu identifikačním štítkem. Kód značení jsem zvolil ve formátu XYYZ, kde X reprezentuje

číslo nadzemního podlaží, YY označuje číslo zásuvky, a Z udává o který keystone v zásuvce se jedná. Do switche je také zapojen serverový počítač a bezdrátový přístupový bod. Na základě tohoto označení byla sestavena kabelová listina uvedená v **PŘÍLOZE 2**. Topologie zapojení jednotlivých kabelů je uvedena v **PŘÍLOZE 3**. Strukturovaná kabeláž tohoto konkrétního objektu je naznačena na 3D modelu v **PŘÍLOZE 4**.

4.3.2 Konfigurace síťových zařízení

K tomu, aby takto připravená síť mohla fungovat, je nezbytné provést správné nastavení jednotlivých síťových zařízení. V mém případě bylo potřeba nakonfigurovat serverový počítač a bezdrátový access point. U switche nebyla žádná konfigurace nutná.

Nejobtížnějším krokem byla konfigurace serverového počítače. Základním počínem bylo nainstalování operačního systému. Jako operační systém byl zvolen v současnosti nejrozšířenější serverový operační systém Windows Server 2003 R2 Enterprise Edition, což je starší verze serverového operačního systému od společnosti Microsoft. Tento systém je ideálním řešením pro téměř pro jakýkoliv serverový počítač, v tomto případě jsem ani jiný serverový operační systém od společnosti Microsoft zvolit nemohl. Vyšší verze Windows Server 2008 nemohla být použita z důvodu nekompatibility se starším serverovým počítačem. Další možností bylo použít operační systém Linux, ale tato možnost byla investorem zamítnuta vzhledem k tomu, že je zvyklý na operační systémy Windows a přechod na jiný operační systém by mohl být problém.

Díky operačnímu systému Windows Server 2003 jsem mohl doinstalovat DHCP server, který mi umožní snazší připojení stanic k síti. Na koncové stanici tak bude dostačující nastavit ve vlastnostech síťové karty získávání IP adresy ze serveru DHCP automaticky. Po doinstalování DHCP serveru na serverový počítač bylo ještě nutné provést aktivaci DHCP serveru a správně jej nastavit.

Nejprve bylo nutné nastavit rozsah, ve kterém bude server přidělovat IP adresy jednotlivým stanicím. V tomto případě byl rozsah IP adres nastaven na 192.168.1.1 až 192.168.1.100, přičemž adresy v rozsahu 192.168.1.1 až 192.168.1.10 jsou ponechány jako statické pro případ, že budou v budoucnu potřeba. Tyto adresy jsou třídy C a jsou proto vhodné pro použití v domácích sítích.

Poté bylo nutné nastavit v jakém časovém intervalu se budou adresy stanicím přidělovat. Doba přidělení adresy dlouhodobě připojených stanic k síti by měla být delší než u sítí kde dochází k častým výměnám stanic. Teoreticky by doba, po kterou bude adresa stanici přidělena, měla odpovídat době po kterou bude stanice v síti připojena. V mém případě jsem dobu zápůjčky adresy nastavil na jeden den. Pro plánované připojení síťové tiskárny bylo nutné doinstalovat tiskový server.

Dalším důležitým krokem byla instalace kamerové karty, samotné kamery budou natrvalo instalovány až po dokončení venkovní fasády. Další zařízení, které vyžadovalo konfiguraci, byl bezdrátový přístupový bod. Zde nastavení probíhalo intuitivně za pomoci pokynů na obrazovce. Zabezpečení bylo provedeno pomocí WPA2. Takto zapojená a nastavená síť byla odzkoušena pouze jako lokální síť bez připojení k internetu. Celá síť bude k internetu připojena až po zkolaudování objektu.

4.3.3 Ekonomické zhodnocení

V této podkapitole shrnuji celkové náklady na výstavbu sítě a následně je porovnávám s prvotním odhadem.

Celkové náklady na realizaci této domácí počítačové sítě činily 16 826,-Kč, což je oproti prvotním odhadům ceny o 2 740,- Kč nižší. Na snížení výsledné ceny mělo největší vliv zaslání chybné kalkulace kamerového systému, tady rozdíl činil 1341,-Kč. Špatná kalkulace kamerového systému byla chybou společnosti Hüterman, která mi v předběžné objednávce doporučila, pro mé potřeby zcela zbytečný, adaptér AV-23 v počtu 3 kusů. Tato položka nám tedy ušetřila 894,-Kč, vliv na snížení ceny kamerového systému měla také drobná sleva za odběr většího počtu kamer. Další snížení výsledné ceny bylo docíleno nákupem jednotlivých komponentů přes internet, kde lze dosáhnout větších slev než při nákupu daného zboží v běžných „kamenných“ obchodech. Oproti předpokladu došlo k navýšení ostatních a expedičních nákladů, a to především z důvodu nákupu krimpovacích kleští a cable testeru v celkové hodnotě 500,-Kč.

Předpokládaný rozpočet byl tedy dodržen, investor může být tedy s výslednou cenou spokojen. V **PŘÍLOZE 5** je uvedena tabulka, ve které je porovnán původní rozpočet se skutečnými náklady na nákup jednotlivých síťových komponent.

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout optimální řešení počítačové sítě v rodinném domě, který je právě v rekonstrukci.

V první části práce byly shrnuty základní teoretické poznatky z oblasti fyzické a spojové vrstvy referenčního ISO/OSI modelu. Tato část práce dále obsahuje kapitolu o teoretickém popsání návrhu strukturované kabeláže v oblasti počítačových sítí a vytýčení základních cílů, kterých bychom se měli při návrhu počítačových sítí držet.

Druhá část práce je praktická a popisuje návrh a výstavbu reálné počítačové sítě v rekonstruovaném rodinném domě. V této části se zaměřuji na výběr síťových komponent, sestavení rozpočtu, výstavbu a konfiguraci sítě. Síť byla navrhována a realizována podle požadavků investora. Vzhledem k tomu, že investor přesně věděl co od této sítě požaduje, bylo navrhování sítě mnohem jednodušší. Výběr veškerých komponent, návrh i realizaci investor svěřil plně do mých rukou.

Před vlastním zahájením prací jsem investora seznámil s mým návrhem, jednotlivými možnostmi a vysvětlil celý postup prací. Pokud existovaly různé varianty, ať už u jednotlivých komponent nebo jiná řešení daného stavu, bylo i toto investorovi předloženo k jeho posouzení. Po projednání všech těchto možností byl investorem plně přijat můj návrh řešení sítě.

V průběhu práce jsem s investorem konzultoval pouze rozpočet, který byl bez nejmenších připomínek akceptován.

Výsledkem této spolupráce byla výstavba gigabitové počítačové sítě v kategorii CAT6 s bezpečnostním kamerovým systémem, a to vše podle mého názoru za velice dobrou cenu. Cílem bylo také navrhnout síť tak, aby se nemusela v nejbližších letech modernizovat. Mám za to, že jsem navrhl počítačovou síť, která tento cíl splňuje. Investorovi byla předána kompletní funkční síť, která splňovala veškeré jeho požadavky. Zároveň byla předána také kabelová listina pro snazší identifikaci jednotlivých kabelů. Ve zkušebním provozu sítě se nevyskytl žádný problém a investor je s dosavadním provozem sítě spokojen. Tím byl naplněn základní cíl mé bakalářské práce - návrh

a realizace funkční počítačové sítě v rodinném domě. Všechny práce jsem dokumentoval pomocí fotografií, základní část fotodokumentace je uvedena v **PŘÍLOZE 6**.

Seznam použitých zdrojů

- [1] PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z. 2.* aktualizované. Brno : Computer Press a.s., 2006. 420 s. ISBN 80-251-1278-0.
- [2] TRULOVE, James. *Sítě LAN : hardware, instalace, zapojení.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- [3] HORÁK, Jaroslav; KERŠLÁGER, Milan. *Počítačové sítě pro začínající správce. 4.* aktualizované a rozšířené vyd. Brno : Computer Press, a.s., 2008. 323 s. ISBN 978-80-251-2073-6.
- [4] BIGELOW, Stephen J. *Mistrovství v počítačových sítích:Správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů.* Brno : Computer Press, a.s., 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9.
- [5] ZANDL, Patrick. *Bezdrátové sítě WiFi : Praktický průvodce.* Brno : Computer Press, a.s., 2003. 189 s. ISBN 80-7226-632-2.
- [6] DOSTÁLEK, Libor; KABELOVÁ, Alena . *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS. 2.* aktualizované. Praha : Computer Press, a.s., 2000. 426 s. ISBN 80-7226-323-4.
- [7] JORDÁNOVÁ, R. *Návrh universální kabeláže pro moderní dům.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2008. 62 s. Vedoucí bakalářské práce
Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.
- [8] BAŠTA, Václav. *Vytvoření podpory pro výuku počítačových sítí v oblasti bezdrátové komunikace.* Pardubice, 2009. 54 s. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice.
- [9] MÍČA, Ondřej. *Internet Protokol verze 6.* Pardubice, 2009. 61 s. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice.

- [10] *Geoinformatics UP* [online]. 2010 [cit. 2011-05-26]. UPOL. Dostupné z WWW: <<http://www.geoinformatics.upol.cz/>>.
- [11] *Wikipedie* [online]. 2002 [cit. 2011-05-26]. Otevřená encyklopedie. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org>>.
- [12] *Alza.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-26]. Největší obchod s počítači a elektronikou. Dostupné z WWW: <<http://www.alza.cz>>.
- [13] *Huterman* [online]. 2009 [cit. 2011-05-26]. Elektornika pro Váš dům i automobil. Dostupné z WWW: <<http://www.hutermann.com>>.
- [14] *ABB* [online]. 2011 [cit. 2011-05-26]. Domovní elektroinstalační materiál. Dostupné z WWW: <<http://www.abb.cz>>.
- [15] *Zboží.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.zbozi.cz>>.
- [16] *TENDA* [online]. 2009 [cit. 2011-05-26]. -. Dostupné z WWW: <<http://www.tenda.cz/>>.
- [17] *D-Link* [online]. 2011 [cit. 2011-05-26]. Řešení bezdrátového připojení pro domácí sítě i obchodní sítě. Dostupné z WWW: <<http://www.dlink.cz>>.
- [18] *Citace 2.0* [online]. 2011 [cit. 2011-05-26]. Vše o citování literatury a dokumentů. Dostupné z WWW: <<http://citace.com>>.
- [19] *Elektronika a spol.* [online]. 2005 [cit. 2011-05-26]. Sériové rozhraní. Dostupné z WWW: <<http://skriptum.wz.cz>>.
- [20] *Institute of Computer Science* [online]. 2009 [cit. 2011-05-26]. Komunikace a počítače. Dostupné z WWW: <<http://www.ics.muni.cz>>.

Seznam obrázků a tabulek

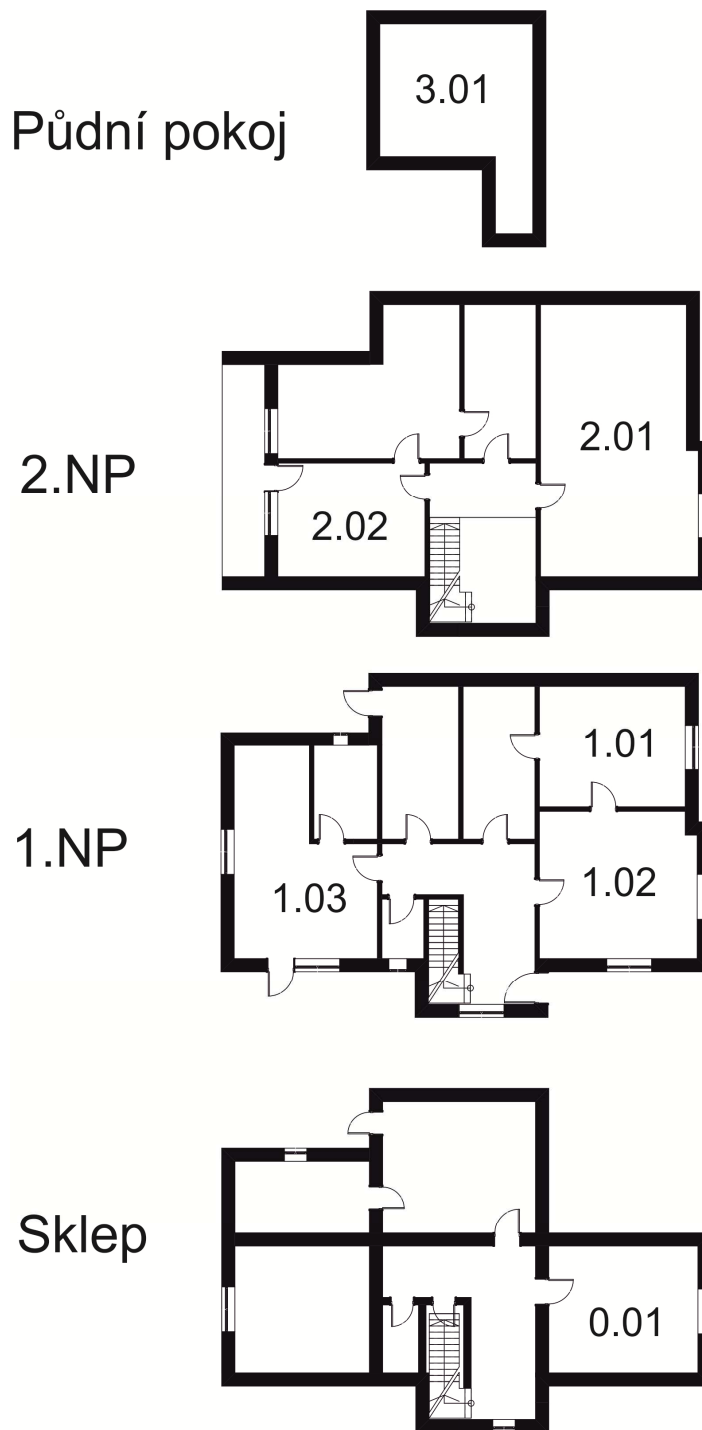
Obrázek 1. Sběrníková topologie (BUS)	12
Obrázek 2. Kruhová topologie (RING)	13
Obrázek 3. Hvězdicová topologie (STAR).....	13
Obrázek 4. Stromová topologie (TREE).....	14
Obrázek 5. Topologie polygon (MESH).....	14
Obrázek 6. HP ProCurve Switch 2610-48-PWR + SFP	15
Obrázek 7. Juniper J Series J2320 router 512 MB RAM	16
Obrázek 8. Linksys Broadband Network Bridge (Model HPES03).....	16
Obrázek 9. Juniper SRX 650 servisní gateway firewall 2GB propustnost 7 Gbits	17
Obrázek 10. TP-LINK lan karta, 10/100/1000 Mbps Realtek RTL 8169, PCI.....	18
Obrázek 11. Kroucená dvojlinka	19
Obrázek 12. Stavba optického vlákna.....	21
Obrázek 13. Průchod světla jednovidovým a vícevidovým vláknem.....	21
Obrázek 14. Stavba koaxiálního kabelu	23
Obrázek 15. Přenos jednoho datového slova po rozhraní TIA/EIA 232	24
Obrázek 16. Sériové rozhraní RS-232C	24
Obrázek 17. Paralelní rozhraní Centronics	25
Obrázek 18. Základní algoritmus metody CSMA/CD.....	28
Tabulka 1. Vlastnosti kroucené dvojlinky	19
Tabulka 2. Základní charakteristiky přenosových médií.....	22
Tabulka 3. Rozpočet	37

Seznam příloh

- Příloha 1. - Půdorysy objektu
- Příloha 2. - Kabelová listina
- Příloha 3. - Fyzická topologie
- Příloha 4. - 3D model objektu a strukturované kabeláže
- Příloha 5. - Porovnání rozpočtu a skutečných nákladů
- Příloha 6. - Fotodokumentace

PŘÍLOHA 1

Půdorysy jednotlivých podlaží objektu, ve kterém byla počítačová síť realizována. V půdorysech je uvedeno číslování místností. Pro přehlednost jsem očísloval pouze místnosti, do kterých bude síť rozvedena. Z tohoto číslování vychází také značení kabelů.



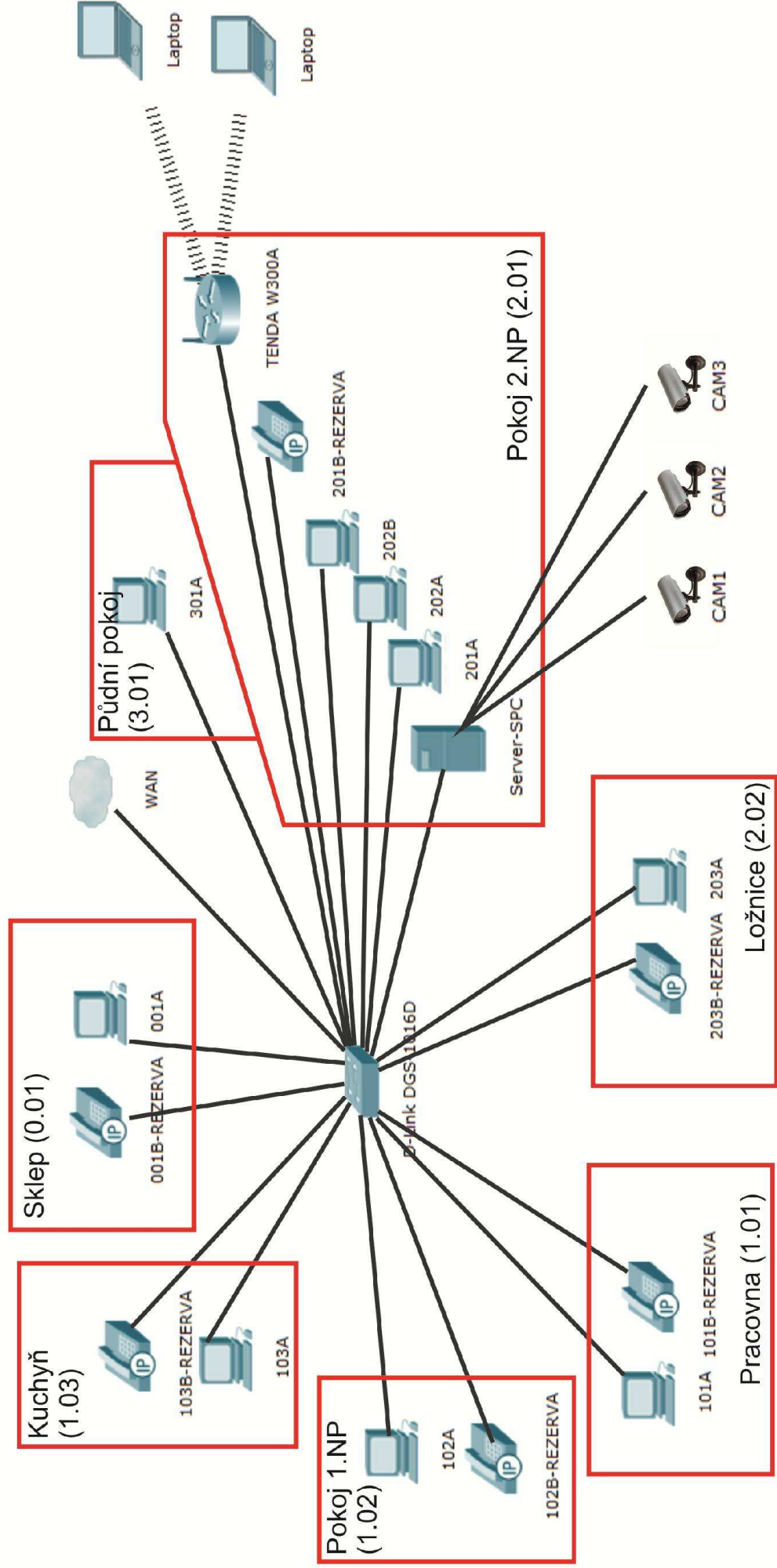
PŘÍLOHA 2

Kabelová listina

D-LINK DGS-1016D	ZÁSUVKA						KABEL		
	MÍSTNOST	POPIS	OZNAČENÍ	TYP	KEYSTONE	OZNAČENÍ	DÉLKA	TYP	
01	3.01	Půdní pokoj	301A	Jednoduchá	Solarix cat6, stíněný	301A	12m	FTP Gembird CAT6	
02	2.01	Pokoj 2.NP	201A	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	201A	8m	FTP Gembird CAT6	
REZERVA	2.01	Pokoj 2.NP	201B	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	201B	8m	FTP Gembird CAT6	
03	2.01	Pokoj 2.NP	202A	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	202A	12m	FTP Gembird CAT6	
04	2.01	Pokoj 2.NP	202B	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	202B	12m	FTP Gembird CAT6	
05	2.02	Ložnice	203A	Jednoduchá	Solarix cat6, stíněný	203A	21m	FTP Gembird CAT6	
REZERVA	2.02	Ložnice	204A	Jednoduchá	Solarix cat6, stíněný	204A	25m	FTP Gembird CAT6	
06	1.01	Pracovna	101A	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	101A	18m	FTP Gembird CAT6	
REZERVA	1.01	Pracovna	101B	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	101B	18m	FTP Gembird CAT6	
07	1.02	Pokoj 1.NP	102A	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	102A	13m	FTP Gembird CAT6	
REZERVA	1.02	Pokoj 1.NP	102B	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	102B	13m	FTP Gembird CAT6	
08	1.03	Kuchyň	103A	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	103A	23m	FTP Gembird CAT6	
REZERVA	1.03	Kuchyň	103B	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	103B	23m	FTP Gembird CAT6	
09	0.01	Sklep	001A	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	001A	15m	FTP Gembird CAT6	
REZERVA	0.01	Sklep	001B	Dvojitá	Solarix cat6, stíněný	001B	15m	FTP Gembird CAT6	
10		REZERVA							
11		REZERVA							
12		REZERVA							
13		REZERVA							
14		Rezerva pro WAN	WAN			WAN	25m	FTP Gembird CAT6	
15		Wifi access point	WAP			WAP	2m	FTP Gembird CAT6	
16		Server	SPC			SPC	2m	FTP Gembird CAT6	
Server- kamerová karta C14									
01		Kamera 1	CAM1			CAM1	10m	Kab. syst. Hütermann	
02		Kamera 2	CAM2			CAM2	30m	Kab. syst. Hütermann	
03		Kamera 3	CAM3			CAM3	30m	Kab. syst. Hütermann	
04		REZERVA							

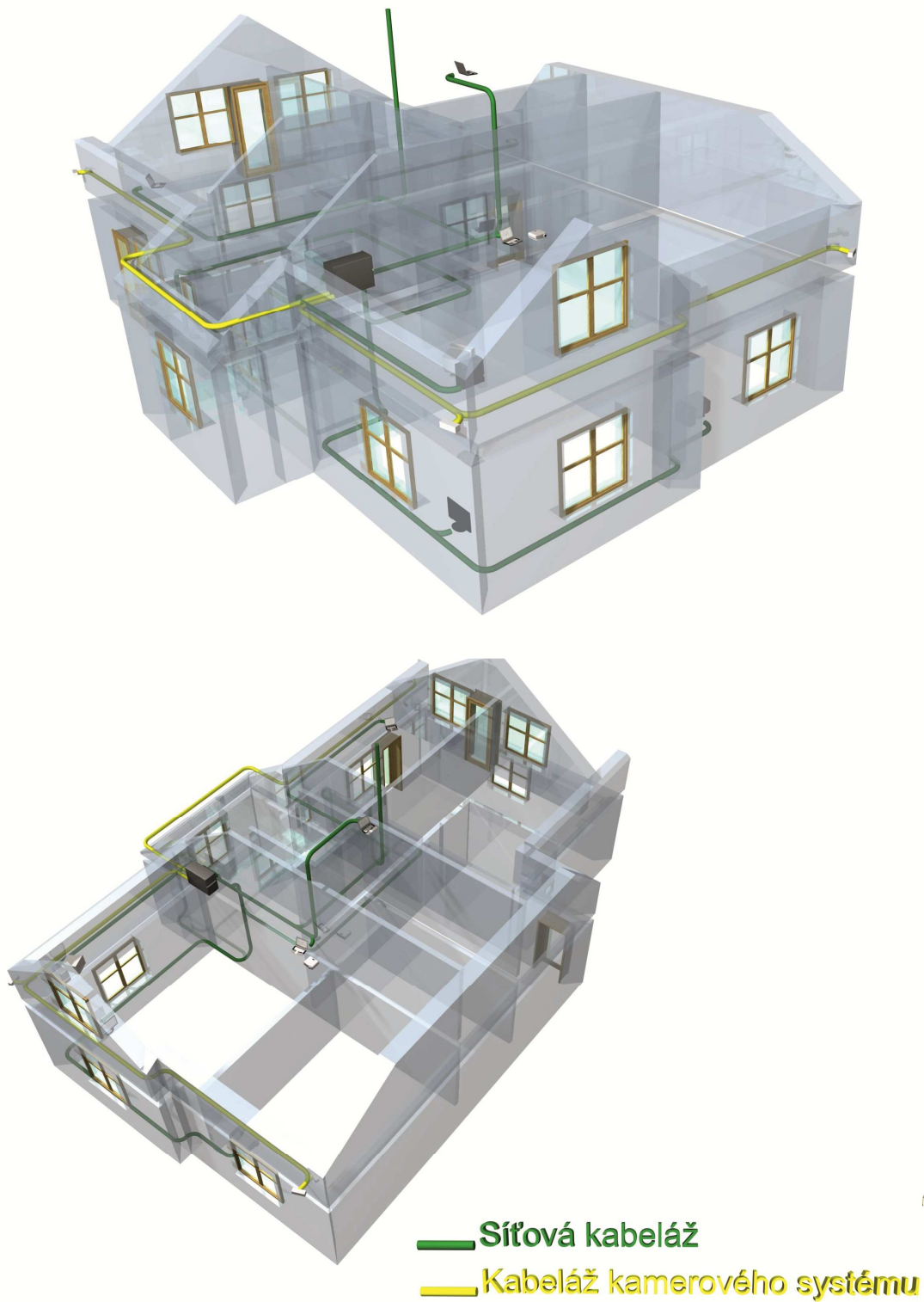
PŘÍLOHA 3

Fyzická topologie



PŘÍLOHA 4

3D Model objektu a strukturované kabeláže



PŘÍLOHA 5

Porovnaní rozpočtu a výsledných nákladů

Název		výrobce		Zařízení		množství		Předpokládaná cena		Skutečná cena			
		typ		typ		Cena za kus		Cena celkem		Cena za kus		Cena celkem	
Strukturovaná kabeláž													
Kabel	Gembird	drát, CAT6, FTP, LSOH, 305m/box		1ks/305m	2 999 Kč	2 999 Kč	2 999 Kč	2 999 Kč	2 620 Kč	2 620 Kč	2 620 Kč	2 620 Kč	
Konektor	OEM	RJ45, CAT6, STP, 8p8c, stíněný, skládaný, na drát		25ks	12,60 Kč	315 Kč	315 Kč	315 Kč	9,60 Kč	9,60 Kč	240 Kč	240 Kč	
Keystone	Solarix	RJ45, CAT6, STP, stíněný		16ks	70 Kč	1 120 Kč	1 120 Kč	1 120 Kč	38,54 Kč	38,54 Kč	617 Kč	617 Kč	
Switch a bezdrátový access point													
Switch	D-Link	DGS-1016D		1ks	3 286 Kč	3 286 Kč	3 286 Kč	3 286 Kč	2 777 Kč	2 777 Kč	2 777 Kč	2 777 Kč	
AP	TENDA	W300A		1ks	1 439 Kč	1 439 Kč	1 439 Kč	1 439 Kč	1 083 Kč	1 083 Kč	1 083 Kč	1 083 Kč	
Kamerový systém													
Kamera	Hütermann	BOLE-B223		3ks	1 439 Kč	4 317 Kč	4 317 Kč	4 317 Kč	1 319 Kč	1 319 Kč	4 170 Kč	4 170 Kč	
PC-karta	Hütermann	C14		1ks	899 Kč	899 Kč	899 Kč	899 Kč	899 Kč	899 Kč	899 Kč	899 Kč	
Adaptér	Hütermann	AV-23		3ks	298Kč	894Kč	894Kč	894Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	
Kabel	Hütermann			70m	11,40 Kč	798 Kč	798 Kč	798 Kč	798 Kč	798 Kč	798 Kč	798 Kč	
Datové úložiště/ server													
PC	Fujitsu siemens	P4, 2,8GHZ, HDD 120GB, 512MB RAM		1ks	2999 Kč	2999 Kč	2999 Kč	2999 Kč	2 999 Kč	2 999 Kč	2 999 Kč	2 999 Kč	
Předpokládané expediční a ostatní náklady						500 Kč	500 Kč	500 Kč					
				Předpokládaná cena celkem vč. DPH		19 566 Kč	19 566 Kč	19 566 Kč	Skutečná cena vč. DPH		16 826 Kč		

PŘÍLOHA 6

Fotodokumentace – část 1 – objekt, ve kterém je síť realizována



¹ Pohled exteriérový 1.

² Pohled exteriérový 2.

³ Pohled exteriérový 3.

⁴ Interiér – pokoj 2.NP

⁵ Interiér - ložnice

⁶ Interiér – pokoj 1.NP

Fotodokumentace – část 2 – strukturovaná kabeláž



7



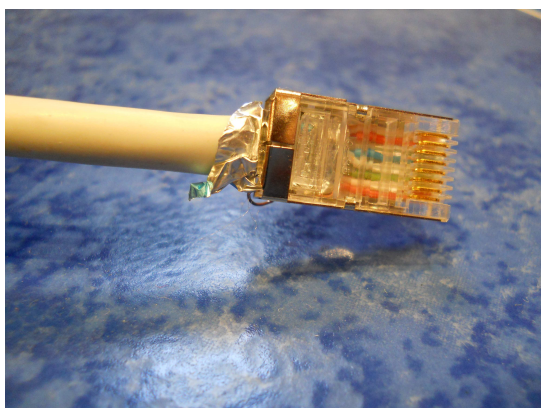
8



9



10



11



12

⁷ Kabel GEMBIRD, drát, CAT6, FTP, LSOH, 305m/box

⁸ Svedení kabelu do síťové místnosti (2.01)

⁹ Pár kabelů připravený pro osazení dvojjáskovky v kuchyni (1.03)

¹⁰ Kabel připravený k osazení jednoduché zásuvky v ložnici (2.02)

¹¹ Zakončení kabelu konektorem RJ-45

¹² Keystone SOLARIX ,RJ-45, CAT 6, stíněný



13



14

Fotodokumentace – část 3 – aktivní síťové prvky



15



16



17



18

¹³ Testování správného zapojení kabelů za pomoci cable testeru

¹⁴ Označení kabelů pomocí štítků s kódem

¹⁵ 16 portový switch D-Link DGS-1016D

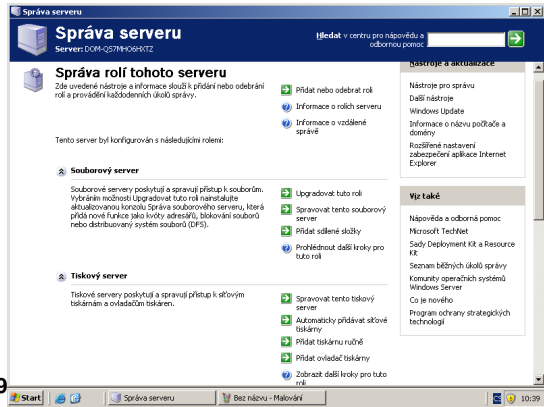
¹⁶ switch D-Link DGS-1016D – LED diody signalizující aktivitu jednotlivých portů

¹⁷ Wireless-N access point TENDA W300A – kompletní obsah balení

¹⁸ Wireless-N access point TENDA W300A – zkušebně zapojené



19



20

Fotodokumentace – část 4 – bezpečnostní kamerový systém



21



22



23

¹⁹ Serverový počítač Fujitsu Siemens

²⁰ Správa serveru - print screen

²¹ Bezpečnostní kamera Hütermann Bole-B223

²² Bezpečnostní kamera Hütermann Bole-B223

²³ Konektor „MINIDIN“ pro připojení kamery do kamerové karty