Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Porovnání výkonnostních parametrů pasivních prvků počítačových sítí ve vztahu k jejich ceně.

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zděněk Votruba Ph.D.

Autor Práce: Jakub Anděl

Praha 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Anděl

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Porovnání výkonnostních parametrů pasivních prvků počítačových sítí ve vztahu k jejich ceně

Název anglicky

Comparison of performance parameters of passive network components in relation to their price

---

Cíle práce

Posouzení vlastností pasivních rozvodů počítačových sítí s důrazem na jejich porovnání kvantitativních parametrů a cenu.

Metodika

1. Definice pasivních prvků počítačové sítě a jejich rozdělení
2. Základní parametry pasivních prvků počítačové sítě a jejich zhodnocení
3. Výkonnostní porovnání pasivních prvků sítě ve vztahu k jejich ceně a životnosti
4. Praktické doporučení pro projektanta počítačové sítě
5. Zpracování ekonomické návratnosti zvolených prvků, Závěr

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

počítačová síť, pasivní prvky

Doporučené zdroje informací

HEŘMAN, J., TRINKEWITZ, Z., et al.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace, 2006, Verlag Dashofer, ISBN 80-86897-06-0.
James F. Kurose, Keith W. Ross: Počítačové sítě, CPress, 2014, 3. vydání
Raymond S. Grigello:Computer Networks, 2011, ISBN-10: 1612095968
Spurná, I.: Počítačové sítě-praktická příručka správce sítě, CPress, 2010, ISBN: 978-80-7402-036-0

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 20. 1. 2015

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Porovnání výkonnostních parametrů pasivních prvků počítačových sítí ve vztahu k jejich ceně vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne: …… …….

Jakub Anděl

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Votrubovi Ph.D. za jeho odbornou pomoc, rady a čas, který mi při psaní bakalářské práce věnoval.

Abstrakt

Předmětem této práce je popsat vlastnosti a použití v dnešní době používaných pasivních prvků počítačových sítí. Dalším cílem je porovnat jejich výkonnostní parametry vzhledem k ceně, za kterou je možné tyto prvky pořídit a sestavit doporučení, pro kterou síť se konkrétní prvek počítačové sítě hodí. Na závěr budou sestaveny příklady, jak by mohla být síť různých parametrů a velikostí sestavena a za jakou cenu by se pasivní prvky v této síti dali zakoupit.

Klíčová slova: počítačová sít, pasivní prvky, cena, výkon

Comparsion of performance parameters of passive network components in relation to their price

Summary

The objective of this bachelor thesis is to describe properties and usage of passive elements used for these-says computer networks. Another goal is to compare their performance parameters considering their price for which they can be purchased and then make a recommendation based on specifics elements matching the types of comuter networks.It conclusion there'll be some examples, how to build a network, depending on parameters and sizes for what price could be the passive elements of those networks bought.

Key words: computer network, passive elements of computer networks, price, performance

Obsah

1 ÚVOD 1

2 VÝZNAM PASIVNÍCH PRVKŮ SÍTĚ V JEDNOTLIVÝCH APLIKACÍCH 2

2.1 TOPOLOGIE SÍTĚ 4

2.1.1 Fyzická topologie 4

2.1.2 Logická topologie 7

3 POPIS A VÝZNAM JEDNOTLIVÝCH PASIVNÍCH PRVKŮ 9

3.1 ROZDĚLENÍ PASIVNÍCH PRVKŮ 9

3.1.1 Strukturovaná kabeláž. 12

3.1.2 Kroucená dvojlinka 12

3.1.3 Koaxiální kabel 17

3.2 HOMEPLUG ADAPTÉRY 20

3.2.1 Homeplug 1.0 20

3.2.2 Homeplug AV 20

3.2.3 Homeplug AV 2 20

3.3 OPTICKÉ KABELY 21

3.4 DŮLEŽITÉ PARAMETRY PASIVNÍCH PRVKŮ 25

4 VÝKONNOSTNÍ POROVNÁNÍ PASIVNÍCH PRVKŮ VZHLEDEM K JEJICH CENĚ 30

5 DOPORUČENÍ POUŽITÍ KONKRÉTNÍCH PRVKŮ V INSTALACÍCH. 32

5.1 SÍŤ MALÉHO ROZSAHU 32

5.2 SÍŤ ROZSAHU DO CCA 20 ZAŘÍZENÍ 34

5.3 SÍŤ VĚTŠÍHO ROZSAHU NAD 20 ZAŘÍZENÍ 36

6 OBECNÉ DOPORUČENÍ 38

7 ZÁVĚR, ZHODNOCENÍ PRÁCE 38

8 REFERENCE 40

9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK 42

1 Úvod

Obsahem práce, je definovat všechny pasivní prvky používané v současných počítačových sítích. Popsat funkci těchto prvků a porovnat jejich ceny. Kromě samotné ceny porovnávaných prvků bude srovnáván i jejich výkon, tedy především rychlost jakou jsou schopny přenášet data atd. Výstupem by tedy mělo být porovnání ceny jednotlivých prvků k výkonu. Půjde především o prvky strukturované kabeláže, jejich ukončení a konektory. K dosažení tohoto porovnání bude realizována mulkriteriální analýza, která bude mít za cíl porovnat nabízené pasivní prvky sítě.

Cílem práce bude také porovnat nabízené pasivní prvky sítě, z hlediska ceny, za kterou je jednotlivý výrobci nabízejí. Dojde tedy k porovnání prvků počítačové sítě s podobnými parametry od různých výrobců. Výsledkem bude průměrná cena, za kterou lze takový prvek pořídit. Ne každý prvek používaný v instalacích počítačových sítí se totiž hodí použít opakovaně v každé instalaci.

V mnohých případech je třeba výkon sítě podřídit cenně, za kterou by bylo možné takovou síť sestavit. V práci bude zpracován návod pro konstrukci různých typů počítačových sítí o různém rozsahu. Vzhledem k poměrně rozsáhlému sortimentu, který výrobci v sektoru výroby síťových prvků výrobci nabízí je člověka neznalého problematiky poměrně složité se v nabídce orientovat. Bude tedy zpracováno doporučení, jaké síťové prvky jsou vhodné pro instalaci malého, či většího rozsahu použít tak, aby byla konstrukce sítě efektivní. Tedy aby byla dostatečně výkonná, tak aby pokryla potřeby vlastníka sítě, ale aby zároveň byla ekonomicky výhodná.

2 Význam pasivních prvků sítě v jednotlivých aplikacích

Síťová zařízení, jsou zařízení podílející se na přenosu dat v počítačové síti. Mezi taková zařízení patří například osobní počítače, notebooky, servery, routery, přepínače, rozbočovače, Ip telefony přenosová média jako například optická kabeláž, metalická kabeláž (UTP, koaxiální kabel, STP atd.) případně bezdrátová média (atmosféra, prostor). Tématem této práce je však zabývat se pouze pasivními prvky, tedy zejména přenosovými médii, huby, konektory a dalšími částmi instalací, které budou podrobně popsány později.

Technika, která bude v této práci porovnávána, pracuje především na fyzické a tedy nejnižší vrstvě modelu ISO/OSI.

> *Fyzická vrstva je nejnižší vrstva OSI modelu. Odpovídá za bitový přenos mezi dvěma body. Definuje fyzikální vlastnosti zařízení, moduluje digitální data na signály použité v přenosovém médiu, navazuje a ukončuje spojení s přenosovým médiem. Na této vrstvě fungují huby (hubs), opakovače (repeaters), síťové karty (NICs) a přenosová média. [4]*

Nejprve krátce ke stavbě internetu, tedy k síti, která je konstruována také právě z pasivních prvků, kterými se bude tato práce zaobírat. Internet si můžeme představit jako jakousi supersíť spojující všechny jednotlivé menší sítě, jež se hierarchicky řadí. Internet jako takový není kontrolován a spravován žádnými organizacemi, avšak jednotlivý operátoři, tedy poskytovatelé internetu koncovým zákazníkům musí udržovat základní pravidla pro funkci sítě.

Největší výhodou této sítě je, že je nezávislá na funkci všech zařízení v sítí, při výpadku jednoho zařízení při přenosu dat je využito zařízení jiné a nalezena alternativní cesta. Odesílatel dat, nebo jejich přijímatel tedy ve výsledku vůbec neví, že k nějakému výpadku po cestě přenášení dat došlo.

Když je některá část sítě přetížena nebo zaznamená výpadek, je nalezena alternativní cesta, pokud i ta selže, je nalezena nová. Není tedy možné poruchou jednoho zařízení vyřadit

z provozu celou síť. Tomuto řešení říkáme nespojované sítě s přepínáním paketů. Jakým způsobem se budou data po síti posílat, rozhoduje protokol použitý pro přenos. V případě přenosu typu UDP protokol očekává od odesílatele data v ucelené a seřazené podobě, uskupené v blocích, nikoli jednotlivé pakety. Protokol TCP pak předpokládá, že data budou přicházet ve formě souvislého proudu jednotlivých paketů. TCP protokol na rozdíl od UDP protokolu kontroluje celistvost doručených dat.

Jak bylo zmíněno výše, internet je jakýmsi typem supersítě skládající se z hierarchicky poskládaných menších sítí, které dohromady tvoří celek. Tyto sítě zde budou popsány, pro snazší pochopení konkrétních prostředků, které se k jejich realizaci používají. Jednotlivé sítě dělíme především na sítě typu:

PAN – Personal area network – velmi malá počítačová síť používaná zejména pro propojení osobních elektronických zařízení. Protože je jejich dosah velmi malý (maximálně několik metrů) je využívaná jen jedním, případně jen malou skupinou uživatelů. Nejčastějším použitím bude propojení osobních zařízení jako (PDA, notebooky a smartphone). Např. Bluetooth, Wifi, IrDa, DECT.

LAN – Local area network – místní síť. Sít skládající se z jednotlivých koncových zařízení, počítačů, přenosových médií a dalších síťových zařízení, pomocí kterých jsou počítače a ostatní zařízení propojeny nejčastěji v rámci např. budovy. Umožnuje sdílení tiskáren, dokumentů a zprostředkovává lokální komunikaci po síti. Zpravidla instalace nepřesahuje vzdálenost několika set metrů. Technologie sloužící k přenosu dat po těchto sítích jsou především Ethernet, Token ring.

MAN – Metropolitan area network – Zde se již jedná o síť většího rozsahu, spojující více uživatelů. Typickým příkladem může být spojení sítě v městské zástavbě. Vzdálenost, na kterou je spojení realizováno je možno určit na jednotky, až desítky kilometrů. Hlavním využitím pro tuto sít je pak přenos dat.

WAN – Wide area network – Jedná se, o rozlehnou síť v rámci států, nebo kontinentů. Tato síť má za úkol spojit jednotlivé lokální sítě (LAN, MAN) a zajistit jejich

vzájemnou komunikaci, které je mnohdy velmi vzdálená. Uživatelé mohou využívat služby jako přístup k webovým stránkám, přenosu souborů a další. Příkladem této sítě je pak síť Internet.

2.1 Topologie sítě

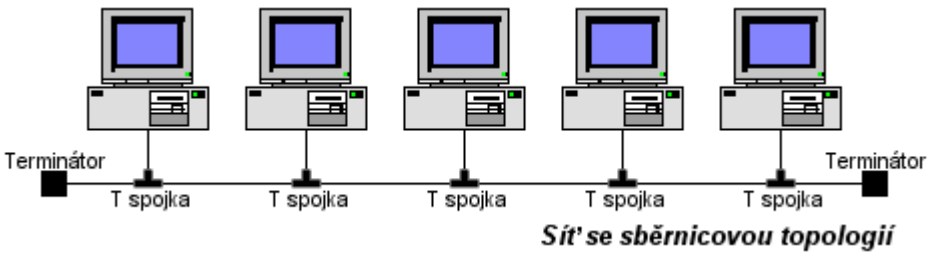
Topologie sítě vyjadřuje uspořádání síťových zařízení na síti, ať už se jedná o jejich fyzické, nebo logické uspořádání. V případě, že mluvíme o fyzickém uspořádání jednotek v síti, myslíme tím, jakým způsobem budou jednotky připojeny ať už na sběrnici, nebo k nějakému dalšímu aktivnímu rozbočovacímu prvku. Na základě tohoto zapojení se pak liší i způsob předávání dat mezi jednotlivými uzly na síti ať už se jedná o vysílání nebo přijímání. V některých případech totiž řídí komunikaci na síti jedno zařízení, v dalších si pak zařízení zapojená do sítě předávají vysílací „právo“ mezi s sebou. Podstatou při konkrétní instalaci je omezit počet případů kolize v dané síti.

2.1.1 Fyzická topologie

Jde o fyzický způsob zapojení jednotlivých zařízení.

Sběrnicová topologie – Všechny počítače sdílí jednu sběrnici, do níž jsou připojeny. Všechny prvky na této sběrnici jsou součástí jedné kolizní domény. Tato sběrnice musí být ukončena ukončovacím odporem tzv. terminátorem. Mezi nevýhody tohoto typu topologie patří poměrně časté kolize na síti a omezená délka jednoho segmentu. Uspořádání prvků v této síti si můžeme prohlédnout na obrázku č. 1

Obrázek 1 - Sběrnicová topologie

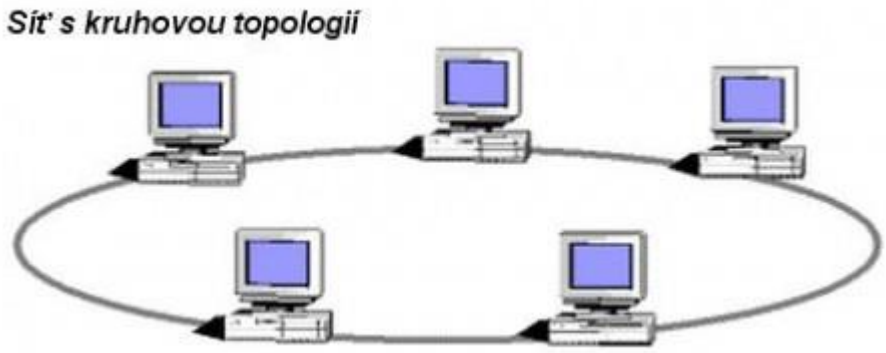


Síť se sběrnicovou topologií

[31]

Kruhová topologie – Toto uspořádání spočívá v tom, že jsou počítače, či jiné jednotky zapojeny do kruhu. Jedná se tedy o uzavřenou topologii, kde každý výpadek jednotky znamená přerušení sítě a konec komunikace dokud nebude spojení obnoveno. Pokud počítač do sítě vyšle nějaká data, tak putují v kruhu mezi jednotlivými počítači. Pouze jednotka, pro kterou jsou data určena, si data převezme. Vysílat tedy v jednu chvíli může pouze jedna jednotka. Jednotky v síti si předávají takzvaný token. Jedině držitel tokenu může v danou chvíli na síť vysílat, ostatní stanice musí naslouchat. Mezi výhody takové sítě patří nízká pravděpodobnost vzniku kolize, menší spotřeba kabelu než je např. v hvězdicové topologie a minimální zpoždění. Uspořádání prvků v této síti si můžeme prohlédnout na obrázku č. 2

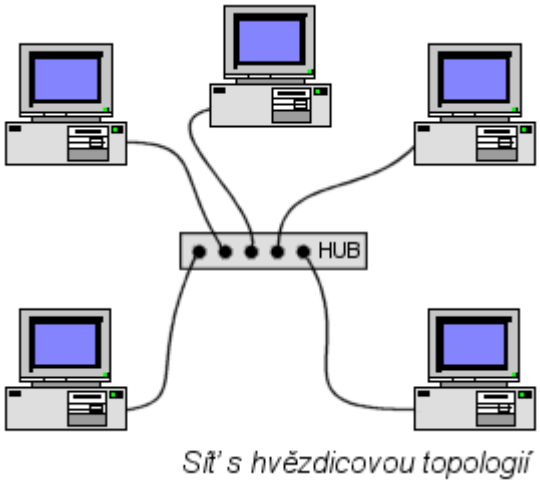
Obrázek 2- Kruhová topologie



[24]

Topologie typu hvězda – Počítače, či jiné jednotky jsou zapojeny pomocí kabelů (nejčastěji kroucená dvojlinka) do centrálního bodu, kterým může být např. HUB nebo některý z dalších aktivních prvků např. switch. Vytváří tak jakousi hvězdici. Jde o v současné době nejpoužívanější způsob zapojení stanic. Největší výhodou této topologie je, že při výpadku jednoho připojeného zařízení není nijak ohrožena funkce celé sítě. Pouze tato jednotka pak není schopna data vysílat ani přijímat, přičemž celá síť krom této jednotky funguje bez problému dále. Snadno se nastavuje o další prvky, a také lze snadno detekovat, na kterém zařízení porucha nastala. Nevýhodou pak je, že musí být použito větší množství kabeláže, také musí být připojen další hardware, který u předešlých topologií potřeba není. Pokud nastane porucha centrálního prvku, dojde k výpadku celé sítě. Uspořádání prvků v této síti si můžeme prohlédnout na obrázku č. 3

Obrázek 3- Hvězdicová topologie



Síť s hvězdicovou topologií

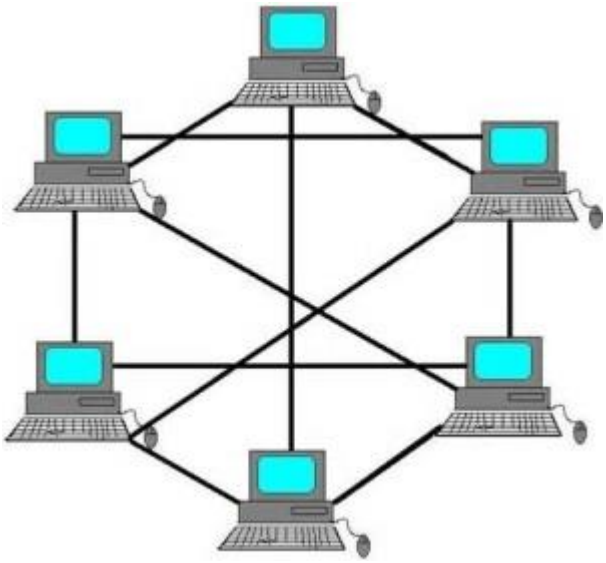
[25]

Topologie rozšířená hvězda - Topologie velmi podobná topologii hvězdicové. Tento způsob je pouze rozšířením stávající hvězdicové topologie o další hub případně switch připojením do prvního hubu, případně switche. Tato struktura se pak nadále větví a narůstá tedy množství jednotek, které mohou být do sítě připojeny. V Případě, že se bude síť rozšiřovat o větší množství hubů, je třeba si dát pozor na vyšší pravděpodobnost vzniku kolizí vzhledem k funkci hubu.

Hierarchická topologie – Topologie, která je podobná topologii rozšířené hvězdy, jedinou odlišností je to, že provoz na síti je řízen a kontrolován jedním centrálním počítačem. Připojení běžných jednotek je pak provedeno stejným způsobem jako u hvězdicové topologie.

Topologie Mesh – V tomto případě je každá jednotka sítě propojena s každou přímou linkou. Pro vytvoření této topologie by tedy při vyšším počtu stanic bylo potřeba poměrně značného množství spojovacích kabelů, jejichž počet by rostl pokaždé, když by se do sítě připojil další počítač. Využívá se tedy pouze částečné mesh topologie, kde se některá spojení vynechávají. Uspořádání prvků v této síti si můžeme prohlédnout na obrázku č. 4

Obrázek 4 - Topologie Mesh



[26]

2.1.2 Logická topologie

V případě, že se jedná o síť se sdíleným médiem (sběrnice, kruh), je třeba řešit, které PC bude v danou chvíli vysílat a které bude naslouchat. Co se vysílání dat v logické topologii týče, rozlišujeme dvě základní topologie a to broadcast a token passing, které se liší v přístupu na médium.

Broadcast – Na síti není žádný řídící prvek, tedy mají všechna zařízení stejné právo vysílat na síť. Pokud chtějí vysílat, pak se o to mohou pokusit. Všechna zařízení, které jsou v topologii připojeny naslouchají, zda je na síti klid – rozumějme, že nikdo nevysílá. Pokud tomu tak není, první zařízení, které se o vysílání přihlásí tak vysílá. Ostatní zařízení nadále poslouchají. Pokud na takové síti nastane kolize, dojde k tomu, že všechna zařízení přestanou vysílat. Po uplynutí určité předem určené prodlevy kdy žádná stanice nesmí vysílat, nastává opět původní stav, kdy stanice naslouchají, zda je na sběrnici klid. Pokud je, mohou vysílat. Žádná stanice v takovém uspořádání nemá přednostní právo na vysílání. Takovéto uspořádání se typicky používá pro topologie technologie ethernet.

Kruhová topologie, token passing – Každý uzel, mezi uzlem, který vyslal na sběrnici informaci, tuto informaci dostane, pokud však není určena pro tento něj tak jí pošle dál. Taková informace pak putuje po sběrnici tak dlouho, dokud nenalezne cílový uzel, pro který

je informace určena. Pouze tento uzel ji přijme. Právo na vysílání v této topologii má ta stanice, která v danou chvíli vlastní vysílací právo, takzvaný token. Tento token si předávají všechny uzly v síti. Stanice, která obdrží token, má vyhrazen čas pro vysílání, pokud tento čas nevyužije, po uplynutí časového intervalu posouvá token k další stanici, tím pozbývá právo vysílat a musí nadále poslouchat, dokud k ní token znovu nedorazí. Tato technika se nazývá token passing. Nemůže tedy prakticky dojít ke kolizi, stanice nemůžou vysílat najednou.

Point to point - V případě, že spolu chtějí komunikovat počítače přímo, tedy jeden uzel s jiným a toto spojení by jinak nezasahovalo do provozu ostatních počítačů v síti, jedná se o logické spojení počítače s počítačem – point to point. Počítače, které spolu takto komunikují, nepředávají informace dalším počítačům na síti, předávají si je pouze mezi s sebou. To ovšem neznamená, že musí být navzájem připojeny stejnou linkou. Může mezi nimi být i poměrně rozsáhlá struktura, která však této point to point komunikaci nijak nepřekáží. Počítače komunikují výhradně mezi s sebou. Mají vytvořen virtuální okruh.

3 Popis a význam jednotlivých pasivních prvků

V Následující kapitole bude vytvořen přehled pasivních prvků běžně užívaných v instalacích počítačových sítí. Tyto prvky jsou běžně užívány v infrastruktuře počítačových sítí a bez jejich funkce se při instalaci domácích nebo i rozsáhlých sítí neobejdeme, jsou tedy součástí každé počítačové sítě. Zatímco prvky, jako jsou, například huby se již dají nahradit inteligentnější variantou – některým z běžně dostupných aktivních prvků např. switchem, tak prvky jako je kabeláž nelze v instalacích nijak nahradit.

Rozdíl mezi pasivním prvkem sítě a aktivním prvkem sítě je v především v tom, že nevytváří žádné rozhodovací procesy. Jako příklad můžeme použít aktivní prvek sítě switch. Takové zařízení musí udržovat a vytvářet za použití specifického procesu tabulku, ve které shromažďuje informace o tom, na jakých portech má jaké zařízení. Oproti tomu pasivní prvek například UTP kabel jen přenáší elektrický signál. Je tedy značně jednodušší. Budou popsány hlavní vlastnosti těchto prvků, jejich význam v síťové infrastruktuře, možnosti použití, základní parametry a principy funkce těchto prvků. Půjde především o všechny typy aktuálně užívané kabeláže, včetně konektorů, kterými se tato kabeláž osazuje, huby, rozvaděče, spojky a zásuvky. Pasivní prvky nejsou na rozdíl od aktivních prvků napájeny.

3.1 Rozdělení pasivních prvků

Všechny dostupné a běžně používané typy pasivních prvků budou rozebrány včetně principu jejich funkčnosti. Jednotlivé síťové uzly, zařízení, počítače je třeba v síti nějakým způsobem spojit, jinak by síť nemohla existovat. Kabeláží tedy máme na mysli fyzické propojení dvou uzlů tak, aby spolu mohli komunikovat. Takové fyzické médium může zaujímat mnoho podob. Může se jednat o klasický kabel, tedy drátové propojení mezi dvěma uzly, kde se jako hlavní zástupce v instalacích používá kroucené dvojlinky TP, případně jejich modifikací jako STP a další typy, také například o koaxiální kabel. Může ale také zaujímat podobu optického vlákna, ať již jednovidového, či vícevidového, u bezdrátových typů přenosů jako je Wi-Fi nebo bluetooth, kde se využívá přenosu pomocí radiových vln.

Tyto prvky můžeme také dělit podle toho, zda se jedná o prvek vedený, či nevedený (guided media, unguided media). Kde si můžeme vedené prvky představit jako signál, který je veden určitou linkou v určitém směru. Jako příklad si můžeme představit optický kabel, kde je laserový signál, případně signál vysílaný diodou veden vnitřkem optického vlákna, a nemůže tedy ze své trasy uniknout mimo kabel, pokud nepočítáme minimální ztráty, způsobené průsvitem. Jako další příklad můžeme uvést zmiňovanou kroucenou dvojlinku, která také vede signál po fyzickém médiu (drátu). Stejně je tomu pak u koaxiálního kabelu. Opakem tomuto typu přenosu je přenos nevedený. Kde lze jako příklad uvést bezdrátovou Wi-Fi síť nebo digitální satelitní vysílání. Tento typ signálu není nijak veden fyzicky vymezeným médiem.

Hlavními vlastnosti, které u kabeláže musíme zvažovat, jsou přenosová rychlost. Tedy množství dat, které je přenosové médium schopné přenést za určitou jednotku času. Pohybuje se v řádu desítek až stovek Mb/s, přičemž u optické kabeláže může být ještě vyšší. Další parametr, který je třeba zvažovat, je útlum. Jde o jev představující zeslabení přenášeného signál. Útlum způsobuje samotné přenosové médium tím, že klade přenášenému signálu odpor. Obvykle bývá větší při zvyšování frekvence signálu, tedy přenosové rychlosti. Roste také se zmenšováním průměru kabelu. Tento jev je přímo úměrný délce kabelu a limituje instalaci v délce použitého segmentu. Například u kabelu TP je tato délka 100 metrů. Delší segment by nikdy neměl být použit, protože útlum, který vznikne na větší délce segmentu, nebude únosný, zkresloval by tak přenášený signál. V takovém případě se použije například repeateru, tedy prvku, který signál zregeneruje. Do jednoho z jeho vstupů vstupuje konec segmentu, z druhého pak vychází obnovený a silný signál. Dalším rizikem, které je třeba brát v úvahu je odolnost daného typu kabelu vůči rušení. Provoz některých elektronických přístrojů v blízkosti instalované kabeláže může působit rušení. Jedná se o nežádoucí jev, který se může projevovat například přeslechy.

Přeslech je jednou z cest jak se může nežádoucí rušení projevovat. Jde o jev, kdy signál přenášený jedním vodičem negativně ovlivňuje přenos signálu na dalším vodiči. Přičemž se tento jev projevuje nejčastěji na dvou souběžně vedoucích vodičích. Dalším rizikem, které, útlum a rušení přináší je zkreslení vysílaného signálu. Signál, který vyšel ze zdroje je vlivem např. přílišné délky segmentu, nebo rušením zkreslen, tedy nedorazí do cíle

v takové formě, v jaké byl vyslán. Informace které tak dorazí, nejsou přesné. V takovém případě se dá použít např. výše zmiňovaný repeater. Základním pravidlem je však nepřekračovat povolenou délku segmentu a vybírat dostatečně odstíněnou kabeláž vůči prostředí, kde instalaci provádíme.

Pro kompletní a ucelený přehled o typech kabeláže je třeba uvést také kategorie, do kterých je můžeme dělit.

- Kabel kategorie 1. Tento typ kabelu má šířku pásma 0,4MHz. Byl užíván pro telefonní komunikaci. Byl tedy určen pro telefonní komunikaci, nikoli pro přenos dat. V moderních instalacích počítačových sítí se však tato kategorie nepoužívá.

- Kategorie 2. Bylo jím možno přenášet až 4Mb/s ,přenášel tedy i data. Používal se zejména pro rozvody IBM Token Ring. Stejně jako u kategorie 1 se tento typ kabelu v nových instalacích nepoužívá.

- Kategorie 3. Tento typ kabelu využívá šíři pásma 16MHz. Hlavně v provedení UTP. Využívá šířku pásma 16Mhz. Většinou se používá pro telefonní rozvody. Také ale pro přenos dat do rychlosti 16Mb/s na síti s technologií ethernet.

- Kategorie 4. Tento typ využívá šířku pásma 20MHz. Reálná rychlost je 16Mb/s. Využíval se v sítích s topologií typu token ring. Dnes se však příliš nepoužívá.

- Kategorie 5. Využívá šířku pásma 100MHz. Využíván především pro přenos dat do rychlosti 100Mb/s v sítích technologie ethernet. Lze použít i pro 1Gb/s, zde je však kabeláž na hranici svých možností Byl, využívám u 100Mb/s TPDDI a 155Mb/s ATM. V současné době je tento nahrazován kabeláží typu 5e.

- Kategorie 5e. Využívá šířku pásma 100MHz stejně jako je tomu u kabelu označení 5. Tento typ kabeláže je v současné době hojně používaným typem. Jde o vylepšenou kvalitnější verzi cat.5. Používá se pro přenos dat do rychlosti 1Gb/s v sítích využívajících technologii ethernet.

- Kategorie 6. Tato verze je v současnosti nejpoužívanější volbou pro sítě s rychlostí 1Gb/s. Nachází uplatnění především v páteřních rozvodech. Výkonostně se tedy podobá kabelu kategorie 5e, pro 10Gb ethernet se ale nepoužívá.

- Kategorie 6a Vylepšená verze cat.6 se šířkou pásma 500MHz. Řeší zkrácenou délku segmentu u 10Gb/s ethernetu, není tedy nutno zkracovat jej na 55 metrů, ale lze využít standartních 100 metrů.

- Kategorie 7 Využívá šířku pásma 1200MHz. Kategorie určena především přímo pro 10Gb/s ethernetové sítě. Není nutno zkracovat segment. Lze tedy využít plných 100 metrů. Vyžaduje však stínění verze kabeláže a stíněné verze konektorů.

3.1.1 Strukturovaná kabeláž.

Strukturovanou kabeláží se myslí označení všech metalických i optických prvků, které se podílejí na propojení jednotlivých uživatelů v počítačové síti. Strukturovaná kabeláž je tedy síť tvořena pomocí prvků, jejichž zapojení odpovídá normám a tvoří tedy univerzální přípojné body. Zajišťuje přenos analogových a digitálních systémů, používá optické kabely a kabely se čtyřmi kroucenými páry vodičů a zajišťuje dlouhou životnost systému. Tvoří pak komponenty jako patch panely, telekomunikační zásuvky a horizontální kabely.

3.1.2 Kroucená dvojlinka

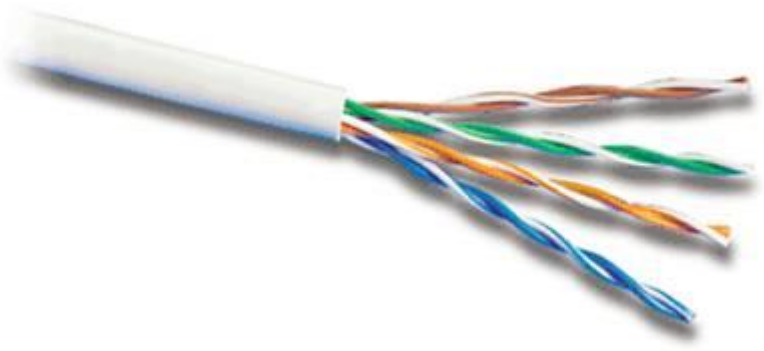
Tento typ kabeláže můžeme považovat za nejčastěji používané a nejlevnější vedené médium. TP kabel též nazýván jako kroucená dvoulinka se používá k různým typům telefonních instalací již poměrně dlouhou dobu a je jím provedena naprostá většina telefonních rozvodů v domácnostech. Později se díky svým vlastnostem prosadil i na poli přenosu dat po lokální síti. Jeden pár vodičů se vždy skládá, ze dvou vodičů, které jsou mezi sebou navzájem překrouceny. Každý z těchto vodičů je chráněn izolačním materiálem (plastovým obalem). Tímto opatřením se zabrání nežádoucího elektromagnetického rušení dalšího páru, který by se nacházel v blízkosti páru. Pár může být navíc uložen v dalším

izolačním materiálu. Každý pár v kabelu tvoří jednu komunikační linku. Nakonec jsou dohromady stočené i všechny páry. Tím, že kabel takto zkroutíme, získává lepší přenosové schopnosti.

Hlavním důvodem proč se vodiče navzájem kroutí, je, jak bylo uvedeno výše zlepšení přenosových schopností média. Není to však jediná výhoda, která ze zkroucení vyplívá. Jako další je možno uvést snížení elektromagnetického záření, které kabel vyzařuje do okolí. Sníží se tak jeho interakci s okolním prostředím a tedy možnost vzniku případných přeslechů mezi vodiči. Vychází se zde z funkce elektromagnetické indukce. Za předpokladu, že se položí dva vodiče souběžné vedle sebe, tak se budou chovat jako anténa. Pokud jimi bude přenášen střídavý signál, budou do svého okolí vyzařovat elektromagnetické vlny. Tento efekt je třeba minimalizovat. Jeho intenzita záleží na dalších faktorech jako frekvence signálu atd.

Samotný kabel je pak složen ze čtyř párů stočených vodičů, kde může být každý pár obalen kovovou folií, samotný kabel je pak také obalen kovovou folií. Jednotlivé barevné vodiče jsou pak označeny barvami modrá, modro-bílá, oranžová, oranžovo-bílá, zelená, zeleno-bílá, hnědá, hnědo-bílá. Kabel typu TP, tedy bez dalšího stínění zobrazen na obrázku č. 5.

Obrázek 5- Kroucená dvojlinka



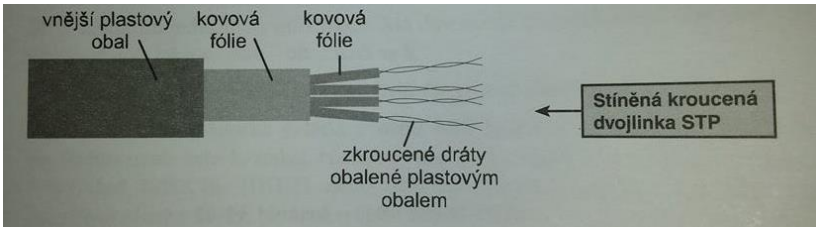
[27]

Na kabelu typu TP není možno tvořit „odbočky“ jako je tomu například u koaxiálního kabelu, kde se použije standardního T konektoru. Takovou formu „odbočení“ lze realizovat použitím rozbočovače. Můžeme tedy spojovat pouze dva body přímo.

Délka segmentu TP kabelu, by neměla nikdy přesahovat 100 metrů. Obecně, se přenosová rychlost tohoto kabelu v LAN instalacích pohybuje cca od 10Mb/s do 10Gb/s. Přenosová rychlost závisí především na typu použitého kabelu, na tloušťce zvoleného kabelu a vzdálenosti, na kterou chceme signál přenášet.

Stíněná kroucená dvojlinka – STP – Shielded twisted pair. Tímto kabelem je možno přenášet od 10Mb/s až po 10Gb/s. Délka použitého segmentu by jako u všech ostatních typů TP kabelů neměla překročit 100 metrů. Tento typ kabelu je ze všech TP typů kabelů nejodolnější proti rušení, kvůli své několikavrstvé izolaci. Kabel se skládá ze čtyř párů stočených vodičů, kde je každý jednotlivý pár obalen kovovou folii, pak jsou ještě všechny páry obaleny další kovovou folií. Tento druh kabelu je díky lepšímu stínění a tedy odolnosti proti přeslechu a rušení dražší, než jsou částečně stíněné FTP nebo nestíněné UTP. Při osazování kabelu do koncovky je však třeba dávat pozor na kovové stínění, které musí být správně uzemněno, v opačném případě by byl kabel na rušení náchylný. Konstrukci kabelu si lze, prohlédnou na obrázku č. 6

Obrázek 6 - Stíněný kabel UTP

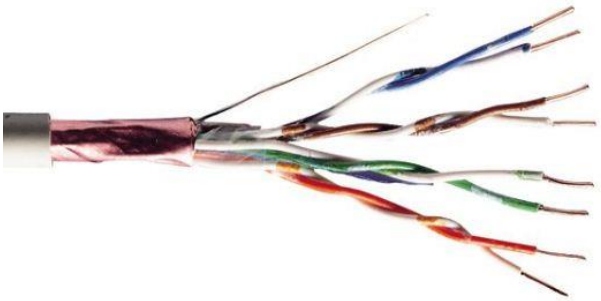


[22]

FTP – foiled shielded twisted pair - Rozdílem oproti robustnějšímu typu STP je, že je celý kabel potažen kovou folií. Na rozdíl od předchozího typu tedy není obalen každý pár vodičů. Výsledkem pak je, že tento kabel má nižší měrnou hmotnost a zpravidla menší průměr. Délka segmentu je jako u přechozího typu maximálně 100 metrů, přenosová rychlost je stejně jako u přechozího typu 10Mb/s až 10Gb/s. Má horší odolnost proti rušení

než u STP a tedy je jeho cena nižší. Konstrukci FTP kabelu si lze, prohlédnou na obrázku č. 7.

Obrázek 7 – FTP kabel



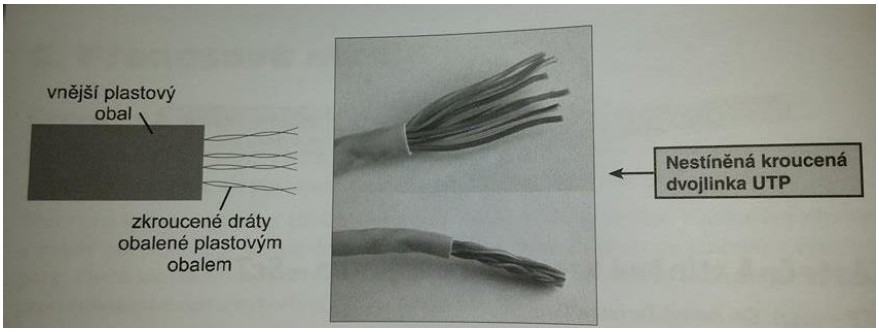
[1]

S-STP – Verze kabelu STP doplněna o pletenou měděnou vrstvu, propůjčující kabelu lepší stínění a tedy odolnost proti rušení.

S-FTP – Verze kabelu FTP vylepšená o pletenou měděnou vrstvu, která kabelu poskytuje ještě lepší odolnost proti rušení.

Nestíněná kroucená dvojlinka – UTP – Unshielded twisted pair. Nejjednodušší typ z kabelů typu UTP nemá žádné přídavné kovové stínění. Jedná se pouze o 4 páry vodičů obalených plastovým obalem, které jsou pak všechny obaleny dalším plastovým obalem. Tento kabel není potřeba uzemnit, protože neobsahuje kovové stínění jako je tomu u předchozích typů kabelů. Má logicky menší průměr a i jeho hmotnost je o poznání nižší. Nevýhodou je pak nižší odolnost proti rušení a vyzařování do okolního prostředí. Rychlost, kterou je tento kabel schopen vést je od cca 10Mb/s do 10Gb/s. Délka segmentu je pak stejně jako u přecházejících typů maximálně 100 metrů. U delšího segmentu by docházelo k útlumu. Typ kabelu UTP si lze, prohlédnou na obrázku číslo 8.

Obrázek 8 - Nestíněná dvojlinka



[22]

Kabely typu TP se standardně osazují konektory typu RJ-45. Ten může mít dvě podoby a to bud samčí nebo samičí (zásuvku). Můžeme také používat označení koncovka typu 8P8C - osm pozic osm vodičů. Koncovka je podobná koncovkám, které se používaly pro zapojování telefonní sítě. Ty jsou však s koncovkou, která se používá pro počítačovou sít nekompatibilní. Koncovka je určena standardem TIA-968-A.

Obvykle se používají dvě zapojení, a to buď s označením T568A nebo s označením T568B. Tato zapojení se rozlišují ve způsobu uspořádání vodičů uvnitř koncovky. Pro instalaci koncovky se využívá takzvaných krimpovacích kleští. Zapojení T568B se využívá zejména v USA, kvůli kompatibilitě se starší telefonní sítí. Ve zbytku světa se pak převážně používá T568A. V České republice se také používá hlavně zapojení T568B.

U zapojení T568A se používá následujícího pořadí vodičů. Zeleno-bílý, zelený, oranžovo-bílý, modrý, modro-bílý, oranžový, hnědo – bílý, hnědý. Nebo u standartu T568B oranžovo - bílý, oranžový, zeleno-bílý, modrý, zelený, hnědo-bílý, hnědý.

Standartní přímé zapojení – v takovém zapojení jsou oba konce kabelu zapojeny do koncovky stejným způsobem. Tedy uspořádání jednotlivých vodičů je na obou koncích kabelu identické. A to buď podle standartu T568A nebo T568B. Křížené zapojení je pak odlišné v tom, že má na koncích prohozen oranžový pár se zelenými a pokud se jedná o

zapojení pro gigabitový ethernet, tak se navíc prohodí modrý pár s hnědým. Takové kabely se nazývají křížené a bývají označeny bud písemně nebo barevně.

Při osazování kabelu koncovkou se musí nejprve prořízнout izolace (plastový obal kabelu, avšak s opatrností, aby nedošlo k prořízнutí obalu jednotlivých vodičů). Následně se prořízнutá izolace odstraní a jednotlivé vodiče se rozmotají. Srovnají se tak aby odpovídali zvolenému typu koncovky. Zastřihnuté konce vodičů zhruba na 1,5 cm se srovnají do roviny pro zastrčení do koncovky. Srovnané vodiče se nastrčí do koncovky. Důležité však je, aby byly zastrčeny až na samý konec koncovky, jinak by mohli nastat problémy s přenosem signálu. Koncovka, v níž se nacházejí zastrčené vodiče, se pak nasune do krimpovaích kleští. Tyto kleště pevně sevřeme, čímž dojde k tomu, že se nože koncovky zaříznou do vodičů.

Dalším prvkem, který se pro spojování TP kabelů používá, jsou spojky. Spojka signál do ní přiváděný neobnovuje. Naopak může během spojování kabelu docházet ke ztrátám síly signálu. Použije se tedy pouze tam, kde je toho opravdu potřeba. Taková situace může nastat např. při propojování 100 metrů dlouhého úseku (nejdelšího povoleného) za použití dvou padesáti metrových kabelů. Kdy se jeden konec prvního kabelu přivede na vstup spojky, počátek druhého kabelu z ní pak vychází.

Pokud je třeba na konci kabelu samičí vstup, může být kabel osazen takzvaným keystonem. Nejčastějším provedením je, že se jednotlivé vodiče připevní na jeden konec tohoto zařízení (tvořen většinou malým patch panelem) ten se pak zakryje krytkou, na druhé straně je pak vstup pro konektor RJ-45. Pro spojení rozvodů ukrytých ve zdi s kabeláží se pak používají síťové zásuvky. Vnitřní strana je osazena přímo jednotlivými vodiči, zatímco na straně druhé jsou vstupy pro RJ-45 konektory.

3.1.3 Koaxiální kabel

Koaxiální kabel se podobně jako výše popisovaná kroucená dvojlinka skládá ze dvou vodičů. Nejsou však omotány kolem sebe, ale jsou spíše vnořené paralelní konstrukce se stejnou osou (obr. 9) Tato konstrukce zajišťuje kabelu dobrou odolnost proti rušení. Vnější válcovitý vodič je nazýván stíněním, zatímco vnitřní vodič jádrem. Tyto dva vodiče jsou od

sebe odděleny izolační nevodivou vrstvou. Kabely jsou vyráběny v různých průměrech, a to od několika milimetrů do několika desítek centimetrů.

Samotný kabel je tedy složen z následujících částí. Vnitřní vodič – jádro, je vyrobeno z dobře vodivého materiálu, převážně z mědi. Buď jde o měděný drát, nebo měděné lanko spletené z jednotlivých drátů. U kabelů větších průměrů je toto lanko duté, aby se zabránilo vysoké hmotnosti kabelu. Vnější vodič pak bývá zhotoven z měděné, případně hliníkové folie, nebo se používá měděného opletení. Tento vodič slouží jako stínění. Další vrstvou je dielektrikum, tedy nevodivá vrstva mezi těmito dvěma vodiči. Materiál tohoto izolačního prostředí velkou měrou ovlivňuje konečné vlastnosti vyráběného kabelu. Nejčastěji bývá vyroben z různých druhů polyetylenu, či jiného izolačního materiálu. Konstrukci si můžeme prohlédnout na obrázku č. 9.

Obrázek 9 - Koaxiální kabel

Jednotlivé vrstvy koaxiálního kabelu

[28]

Koaxiální kabel se kromě počítačových sítích používá také například jako napáječ vysílacích antén, případně přijímacích antén. Používá se také v televizních rozvodech, telefonních rozvodech, u kabelové televize, jako svod od parabolické antény nebo družicového přijímače.

Koaxiální kabely se rozdělují na tlusté, nebo tenké. Tlustý koaxiální kabel je těžší než tenký kabel, protože má větší průměr (nad 1cm). Tento kabel se používá pro propojování televizních systémů. Kabel je bez regenerace signálu, po maximální povolené délce úseku

je tedy nutné signál regenerovat pomocí repeateru (opakovače). Kabel má maximální povolenou délku segmentu až 500 metrů. Používá se především pro rychlost přenosu 10M/s.

Tenký koaxiální kabel má průměr zhruba do cca 0,35cm. Jako výhodou je, že je poměrně lehký a také dobře ohebný Je taktéž bez regenerace signálu a musí se regenerovat stejným způsobem jako se tomu děje u tlustého koaxiálního kabelu a tedy za pomoci reperateru. Maximální délka segmentu je však s ohledem na tloušťku kabelu nižší. U tohoto kabelu je třeba volit maximální délku segmentu 185 metrů. Používá se stejně jako výše zmíněný kabel do 10M/s.

Koaxiální kabel se ukončuje pomocí BNC konektoru, název vychází z anglického názvu Bayonet Neill Concelman connector. Jeho výhodou je snadná spojitelnost i rozpojitelnost spoje. Tyto konektory jsou vyráběny ve verzích 50 ohm a 75 ohm obvykle s frekvencí 4GHz. Spoj se pak vytváří zasunutím konektorů do sebe a pootočením o 90 stupňů. Koaxiální kabely se taktéž používají v jiných instalacích než v jen u počítačových sítí a to například u některých elektrotechnických instalací v letectví, radioamatérských antén, nebo zařízení pro příjem videosignálu. Pro potřeby například sítě s topologií token ring se vyrábí i konektor se 3 výstupy, takzvané „Téčko“. Lze tedy zapojit stanici přímo do okruhu bez další součástky, jen pomocí konektoru. T konektor si můžeme prohlédnout na obrázku č. 10.

Obrázek 10 - T konektor

[29]

3.2 Homeplug adaptéry

Homeplug je označení pro technologii power line, tedy přenos signálu pomocí elektrických rozvodů. Tento způsob je výhodný např. ve vícegeneračních rodinných domech, kde si majitel nepřeje táhnout klasickou kabeláž pro rozvod sítě. V některých případech je instalace bezdrátového přenosu signálu Wi-Fi omezená kvůli tlumení signálu zaviněnému průchodem signálu zdí. Muselo by se tak použít více přípojných bodů. V takovém případě se použije právě homeplug adaptérů, které jsou schopny přenášet signál po elektrických rozvodech. Adaptér se zapojí do 230V zásuvky, z druhé strany se do zařízení připojí klasický TP kabel. Zařízení pak posílá signál po elektrické síti, avšak o výrazně vyšší frekvenci, než je tomu u elektrické sítě, oba přenosy tedy mohou fungovat navzájem a nijak se neruší. Kvalita přenášeného signálu je ale značně závislá na kvalitě a stáří rozvodů použitých pro přenos elektrické energie. Adaptéry by měli být kupovány v páru, pro optimální funkci by vždy měli být od stejného výrobce

3.2.1 Homeplug 1.0

Homeplug 1.0 byl prvním definovaným standardem. Technologie byla představena v roce 2001. Přenosová rychlost tohoto standartu byla 14Mb/s. Rychlejší verzí byla technologie Homeplug 1.0 turbo, kde se dosahovalo přenosové rychlosti až 85Mb/s. Tato technologie byla časem nahrazena novější technologií Homeplug AV.

3.2.2 Homeplug AV

Standardem Homeplug AV byla nahrazena původní technologie Homeplug 1.0. Oproti předchozí verzi poskytuje dostatečnou šířku pásma pro chod aplikace VoIP. Maximální rychlost tohoto zařízení je 200Mb/s. Zařízení je kompatibilní se standardem Homplug 1.0.

3.2.3 Homeplug AV 2

Standard byl přestaven v roce 2012. Je zpětně kompatibilní s předchozí verzí Homeplug AV. Jde o vylepšenou a rychlejší verzi, která je schopna využívat větší šířku pásma. Tato verze je v současnosti nejrozšířenější.

3.3 Optické Kabely

Ač je nejoblíbenějším a nejrozšířenějším přenosovým médiem dnešní doby v lokálních počítačových sítích kabel typu kroucená dvojlinka, tak vzhledem ke stále vyšším nárokům na přenosové rychlosti přenosových médií nebude v budoucnu stačit. Přenosové rychlosti již okolo 1Gb/s se pohybují na fyzické hranici tohoto média. Vlastnosti TP kabelu se dají ještě mírně zlepšit, rozdíl by ale nebyl tak výrazný (nešlo by o násobky stávající rychlosti) proti nákladům které by si takové vylepšení vyžádaly. Dalším minusem by pak bylo posílení některých negativních účinků např. vyzařování kabelu. Naopak přenosové možnosti optického vlákna převyšují několikanásobně možnosti kabelu typu TP. Přičemž ceny samotných vláken klesají.

Optické kabely tedy nabízejí přenos poměrně velkého objemu dat za jednotku času. Proto jsou voleny hlavně pro zatížené páteřní linky v sítích WAN a LAN. Nespornou výhodou je, že takový kabel není nijak zatěžován elektromagnetickým rušením z vnějšího prostoru. Vzhledem ke způsobu přenosu sám žádné rušení do okolí nevyzařuje. Díky optickému přenosu dochází k pouze minimálnímu útlumu přenášeného signálu. Jsme tedy schopni přenášet signál na poměrně značné vzdálenosti v porovnání s délkou segmentu některých dalších typů kabeláže. A to v řádech několika kilometrů.

V případě metalických spojů (tj. koaxiálního kabelu a kroucené dvoulinky) byla přenášená data reprezentována vhodným elektrickým signálem a jeho průběhem - například úrovní napětí či proudu, změnami amplitudy, frekvence či fáze harmonického signálu v případě modulovaných přenosů, nebo kombinací těchto základních druhů modulace. V případě optických přenosů je jistě zřejmé, že přenášená data budou reprezentována světlem, resp. světelnými impulsy.

V praxi pak bude zapotřebí hned celý optický přenosový systém: ve vhodném generátoru bude vygenerován světelný impuls, přenosová

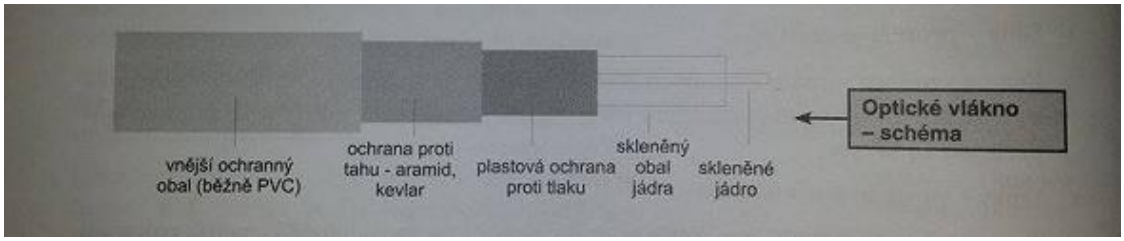
část se postará o jeho „dovedení" až na místo určení, a zde pak citlivý fotodetektor světelný impuls rozpozná (a převede nejspíše na vhodný elektrický signál). Jestliže dnešní optické technologie využívají možností opticky jen na neuvěřitelně malé procento, pak je to dáno především naší stávající schopností převádět elektrické signály na optické (v generátoru světelných impulsů), a v jejich opačném převodu (v detektoru). Na dalekém horizontu se možná již rýsují i čistě optické výpočetní systémy, které by se nemusely zdržovat převodem na elektrické signály a mohly by tudíž být významněji rychlejší, ale prozatím jsou takovéto čistě optické počítače jen hudbou daleké budoucnosti.

[2]

Data v optických kabelech jsou přenášeny pomocí infračervených paprsků. Signál, který je do vlákna přiváděn, je kódován na světelné impulsy. Díky tomuto způsobu přenosu je pro případného narušitele velmi obtížné posílaná data odposlouchávat a dekódovat. Světelné signály, které jsou optickým vláknem posílány, nejsou lidským okem vidět, přesto jej však můžou poškodit, je tedy třeba zacházet s vláknem bezpečně a nedívat se přímo do ukončení pokud je signál vysílán. Vlnové délky světla vysílaného po optickém kabelu jsou 1550nm, 1310nm a 850nm. Využívají se kvůli jejich přenosovým vlastnostem.

Celý optický kabel je stejně jako metalická kabeláž složen z více vrstev. První a nejdůležitější vrstvou je jádro. Jádra můžou být vyrobena ze skla nebo z plastu. Kolem jádra je pak další vrstva a to také skleněná nebo plastová. U této vrstvy však není nutné použít tak opticky hustý materiál jako je tomu u jádra. Když pak vysílané světlo narazí do rozhraní těchto dvou vrstev, dojde k totálnímu odrazu světla zpět do vlákna a to díky úhlu, pod kterým je signál do vlákna posílán. Takové vysílání signálu má své opodstatnění v tom, že nedochází k útlumu signálu vlivem toho, že by se paprsek lámal ven z vlákna. Další vrstvy kolem těchto dvou vrstev jsou spíše ochranného charakteru. Chrání kabel před znečištěním, odřením, nárazy nebo tahem. Ochranu optického vlákna si lze prohlédnout na obrázku č. 11

Obrázek 11 - Optické vlákno



[3]

Samotný kabel se skládá ze dvou vláken. Jedním vláknem se signál vysílá a druhým signál přijímá. Obvykle ale není v celém kabelu pouze jeden pár vláken, bývá jich tam několik. Protože tento typ kabelu díky principu přenosu signálu nevyzařuje do svého okolí vlnění, které by mohlo narušovat ostatní vlákna, můžeme jich jedním kabelem vést mnoho.

Do média jsou posílány optické impulzy pomocí laseru nebo infračervené diody a to buď kolmo, nebo pod určitým úhlem. Tento úhel musí být volen s rozvahou. Jak bylo naznačeno výše, pokud je úhel nastaven špatně světlo se neodráží od rozhraní jádra a obalu v plné míře, láme se a dochází k útlumu, což je nežádoucí jev. V případě skleněných vláken je pak útlum menší, než je tomu u vláken plastových. I za předpokladu, že je úhel správný, dochází ve vláknu k určitým ztrátám. Tyto ztráty jsou zaviněny především faktory jako je přeměna části signálu na teplo při nárazu paprsku do stěny vlákna, rozptylem paprsku ve vláknu, lomem paprsku ven z vláka, což může být zaviněno přílišným ohybem vlákna. Dalším faktorem může být nepřesné spojení dvou vláken.

Spojování optických vláken je poněkud pracnější záležitostí vyžadující precizní práci, jinak může dojít k poměrně výraznému útlumu. Pro takové spojení se využívá svářeček nebo spojek. Spojovat můžeme buď dvě vlákna, nebo vlákno a tzn. „pigtail“ (vlákno opatřené konektorem).

Pokud jsou vlákna svařována je nutné sváry optických vláken chránit pomocí smrštitelných bužírek. Spojená vlákna se pak umísťují do optických kazet, které mou být dále umístěné např. v zemních optických

spojkách, nebo rackových rozvaděčích (optických vanách) a nástěnných skříních.

Spojování vláken a konektorů musí být velmi precizní, aby na každém spoji došlo k co nejmenšímu útlumu. Vlastní spojování se může také provádět speciálním lepením. Veškerá manipulace s optickými vlákny musí být za suchého počasí, jelikož optická vlákna jsou náchylná na vlhkost.

[3]

Nejzásadnější dělení optického kabelu je podle způsobu jakým se do vlákna signál posílá a to na vlákna jednovidová a vícevidová.

Jednovidové vlákno se vyznačuje tím, že je do něj paprsek posílán souběžně s podélnou osou vlákna. V případě ohybu jednovidového vlákna dochází k odrazu paprsku nazpět do jádra. Vzhledem k minimálnímu útlumu tohoto typu optického vlákna je vhodné tento typ paprsku využívat na velké vzdálenosti. Tento malý útlum je způsoben „krátkou" cestou, kterou musí paprsek urazit. Oproti mnohavidovému vláknu je četnost odrazu paprsku od stěny vlákna mnohokrát menší, záleží ale hlavně na tom jak moc bude kabel ohýbán. Průměr vlákna bývá do 10 mikrometrů.

Princip funkce vícevidového vlákna je poněkud odlišný. Do vlákna jsou paprsky posílány v určitém omezujícím kuželu, který zajistí totální odraz paprsků zpět do vlákna při dopadu na hranu vlákna. Zatímco u jednovidového vlákna posíláme do vlákna pouze jeden paprsek, tak u tohoto typu vlákna je vysílaných paprsků více. Průměr jádra bývá větší než 10 mikrometrů.

Dalším typem pak může být vlákno gradientní. Je variantou vlákna vícevidového. Má však vylepšené jádro tak, že se směrem k vnějšímu skleněnému obalu snižuje jeho optická hustota, čímž je zajištěn rychlejší pohyb paprsku směrem dál od středu a pomalejší průchod pokud paprsek cestuje přímo středem a také jeho postupné ohýbání zpět do jádra. Pohyb paprsku ve vláknu pak připomíná sinusoidu.

Pro převod elektronického signálu do světelné podoby je třeba použít nějakého světelného zdroje – vysílače. K této konverzi je používáno především infračervené LED diody nebo laseru. Pokud je použita infračervená LED dioda, pak využíváme světla o vlnové délce 850 a 1310 nanometrů. Tento princip využijeme především u vícevidových vláken v LAN sítích. Laser pak vyzařuje světlo na vlnové délce 1310 nebo 1550 nanometrů. Vysílá do vlákna tenký paprsek značné intenzity. Hodí se tedy spíše do jednovidového vlákna. Využívá se především u páteřních rozvodů.

Impulzy, které jsou přenášeny optickým vláknem je třeba na druhém konci nějakým způsobem dekódovat. Využívá se přijímačů optického signálu. Na druhém konci optického vlákna se nachází citlivá fotodioda, která zpracovává optické signály, které kabelem přichází. Tyto pak mění nazpátek na elektrické impulzy, které je možno dále přenášet například pomocí kroucené dvojlinky.

3.4 Důležité parametry pasivních prvků

Každý z prvků, které byly výše uvedeny má své výhody a nevýhody. Ne každý prvkem se hodí do každé instalace. Nebo je některý v dané situaci ekonomicky výhodnější. Hlavními faktory, které u pasivních prvků (zejména kabeláže) oceňujeme, jsou šířka pásma, délka segmentu, odolnost proti rušení, bezpečnost přenosu, náročnost na instalaci a především cena. V následující tabulce č. 1 byla zpracována multikriteriální analýza.

Tabulka 1 - Porovnání kabeláže

Alternativa	Cena	Šířka pásma	Přenosová rychlost	Délka segmentu
UTP CAT 5E	1	4	2	3
UTP CAT 6E	3	3	2	3
Optické vlákno 62,5/125	5	2	1	2
Optické vlákno 9/125	4	1	1	1
PLC	4	3	2	3
Koaxiální kabel	2	5	3	3
Váha hodnocení	3	1	3	2

Odolnost proti rušení	Bezpečnost	Manipulace při instalaci	Výsledek
3	2	2	31
3	2	3	37
1	1	4	32
1	1	4	26
4	2	1	40
2	2	1	35
2	2	1	

[Vlastní]

Nejvyšší vahou jsou v této analýze ohodnocena kritéria ceny a přenosové rychlosti. Cena má takto vysokou váhu z důvodu, že cílem práce má být porovnání výkonnostních parametrů pasivních prvků sítě vzhledem k jejich ceně. Přenosová rychlost má pak stejnou prioritu, protože se jedná o hlavní výkonový parametr. Jsou tedy ohodnoceny vahou 3. Nižší vahou 2 jsou pak ohodnocena kritéria délka segmentu, odolnost proti rušení a bezpečnost přenosu. Všechna tato kritéria jsou velmi důležitá, ne však tak důležitá pro výkonové porovnání jako je cena, nebo přenosová rychlost. Nejnižší váhu pak dostala kritéria šířka pásma a manipulace při instalaci. Šířka pásma je spojena s přenosovou rychlostí, ta byla zohledněna vahou 3 a tedy je není nutno ji přiřadit velkou váhu. V případě manipulaci při instalaci je váha 1 zvolena z důvodu toho, že způsob a náročnost jakou bude kabeláž instalována, nemá na její funkci potažmo výkon zásadní vliv, pokud je provedena dobře.

Pro porovnání v tabulce byly použity následující typy kabeláže. Kabel UTP typu cat5e, Kabel UTP typu cat6, koaxiální kabel používaný pro běžné instalace, 12 vláknové

jednovidové a vícevidové vlákno a PLC adaptér. Cena jednotlivých kabelů je rozpočítána na jeden metr dle nabídky e-shopů ke dni 13. 3. 2016. UTP kabel cat.5e vybraný na porovnání cenově vychází na 5,898 Kč/m, UTP kabel cat.6 cenově vychází na 9,117 Kč/m, Koaxiální kabel použitý pro porovnání vychází cenově na 7Kč/metr, Vícevidové optické vlákno vychází cenově na 32,91 Kč/m, jednovidové pak na 23,23 Kč/m. Cena PLC pak byla 1199Kč/pár. Varianty použité v porovnání jsou obsaženy v tabulce č. 2.

Tabulka 2- Odkaz na použité prvky

Alternativa	Odkaz
UTP CAT 5E	https://www.tsbohemia.cz/kabel-utp-datacom-drat-cat-5e-box-305m_d24830.html
UTP CAT 6	https://www.tsbohemia.cz/kabel-utp-drat-datacom-cat-6-box-305m-_d44971.html
Optické vlákno vícevidové	http://www.aspa.cz/kabel-opticky-wbf-12vl-62-5-125-lsoh-ae02-clt-z106997
Optické vlákno jednovidové	http://www.aspa.cz/kabel-opticky-5x1-5-12vl--09-125-pe-z019-mlt-z107003
PLC	http://www.czc.cz/tp-link-tl-pa4010-nano-powerline-adapter-2ks/122728/produkt
Koaxiální kabel	http://www.digitalnisystemy.cz/?85,cz_opticable-rg6u-%2875ohm-univerzal-bily%29-tv-sat

[Vlastní]

Hodnocená kritéria u kabelu typu cat.5e byly šířka pásma 100MHz, přenosová rychlost 150Mb/s a délka segmentu 100 metrů. U kabelu kategorie typu cat.6 byla šířka pásma 200Mhz, přenosová rychlost 150Mb/s a délka segmentu taktéž 100 metrů. U optického vlákna vícevidového byl pro porovnávání vybrán dvanácti vláknový kabel s šíří pásma 500MHz, přenosovou rychlostí na 300 metrů 10Gb/s a délkou segmentu 2km při při dodržení rychlosti 1Gb/s. V případě jednovidového vlákna byl použit také dvanácti vláknový kabel s šířkou pásma 600MHz, přenosovou rychlostí také 10Gb/s a maximální délkou segmentu 10 Km. V Případě koaxiálního kabelu byla šířka pásma 60MHz, přenosová rychlost 50Mb/s a délka segmentu 500 metrů. V případě PLC adaptéru lze dosahovat rychlosti až 500Mb/s na vzdálenost 300 metrů.

Kritérium Odolnosti proti rušení pak bylo seřazením všech porovnávaných typů podle toho, jak moc jsou odolné vůči přeskokům signálu, přeslechům a dalším rušivým vlivům. V tomto ohledu vítězí optické vlákno. Vzhledem k typu přenosu není možné světelný signál nijak rušit. Následuje koaxiální kabel, který má lepší stínění než obyčejné UTP kabely bez přidané izolace, nejhorší jsou v ohledu odolnosti proti rušení PLC adaptéry. Další kritériem byla bezpečnost přenosu. Touto se myslí, jak snadné, či nesnadné je odposlouchávat data přenášená vodičem. V tomto ohledu také jasně vítězí optická vlákna. Světelné signály se dekódují mnohem složitěji, než je tomu u elektrických impulzů. Posledním kritériem pak byla obtížnost manipulace s materiálem. V tomto ohledu tedy vítězí metalická kabeláž a PLC adaptéry. V testu vítězí prvek s nejnižší celkovým bodovým součtem ve výsledku.

Co se týče životnosti jednotlivých typů kabeláže je třeba uvažovat hlavně jejich uložení a podmínky v jakých budou pracovat. Pro specifické instalace je třeba využit specifické kabely. Standartní UTP kabeláž se například při venkovním použití nepoužívá, došlo by totiž k její znehodnocení o mnoho dříve než by tomu bylo, pokud bychom stejný kabel použili ve vnitřní instalaci při pokojové teplotě. Pro takovou instalaci se musí použít kabel určený k venkovnímu použití. Ten je ale díky přidaným vlastnostem dražší než standartní verze. Běžná životnost UTP kabelů používaných ve standartních podmínkách je uváděna na 30 let. Podobnou životnost má i optický kabel. U koaxiálního kabelu se pak počítá s životností minimálně 25 let.

Co se týče vhodnosti použití jednotlivých typů kabeláže pro konkrétní instalace, je třeba vždy zvolit takovou alternativu, která vyjde z porovnání nejlépe nejen výkonnostně ale i ekonomicky, je také dobré myslet na případnou nutnost síť v budoucnu rozšiřovat. V mnoha případech se při pokládce kabelů na delší vzdálenosti potřebný počet kabelů několikanásobně naddimenzuje oproti reálným požadavkům v danou chvíli. Pokud je tažen například optický kabel v zemi na delší vzdálenost, je jistě ekonomicky výhodné vložit při instalaci do země optických kabelů více, i když by to nebylo nutné. To se provádí z několika důvodů. Hlavním z nich je, že v případě vlákno v průběhu používání přestane fungovat, tak se jednoduše vyřadí a začne se používat jiné náhradní. U delšího segmentu lze totiž jen velmi složitě identifikovat, kde se porucha nachází. V takovém případě by bylo nutno celý optický

kabel zkontrolovat a tedy vykopat ze země. Pokud bylo kabelů taženo více, použije se jiný kabel a nefunkční kus se vymění jen, až to bude opravdu nutné. Dalším důvodem by mohlo být rozšíření stávající sítě. Pokud by byla potřeba další linka a nebyla by již připravena a tažena s prvním kabelem, bylo by opět nutno celý svazek ze země vykopat a uložit další kabely.

Další porovnání můžeme vidět na následující tabulce. Tato tabulka popisuje typy kabeláže UTP ,STP, koaxiální kabel a optické vlákno. Porovnávaná kritéria jsou cena kabelu, náročnost instalace, šířka pásma, počet uzlů na segment, útlum a elektromagnetické rušení. Z porovnání vychází cenově nejlépe UTP kabel, tak tomu bylo i v předcházející tabulce, na druhou stranu má vyšší útlum, tedy zákonitě kratší délku segmentu. Jeho instalace je sice poměrně snadná, na druhou stranu je nejnáchylnější na elektromagnetické rušení. Stíněná kroucená dvojlinka je pak proti klasickému UTP dražší. Za tuto vyšší cenu je kabel lépe odstíněný, tedy bude odolnější vůči rušení. Počet zařízení na segment a šířka pásma však zůstává stejná jako u UTP kabelu, stejně tak délka segmentu. Stínění, které je dosaženo lepší izolací, nijak neprodlouží maximální délku segmentu.

V případě koaxiálního kabelu je cena lehce vyšší, než je tomu u nestíněné kroucené dvojlinky, za tuto cenu je kabel lepé odolný vůči rušení a má menší útlum. Tedy bude větší délka segmentu, šířka pásma a tedy i přenosová rychlost je naopak menší než je tomu u UTP a STP. Optické vlákno má nejvyšší pořizovací cenu, nabízí ale největší podporovanou šířku pásma, nejnižší útlum a absolutní odolnost vůči elektromagnetickému rušení z okolních zařízení. Nevýhodou pak bude, že instalace optických vláken vyžaduje speciální zařízení a je náročnější na přesnost než je tomu u UTP, STP, nebo koaxiálního kabelu. Všechna data jsou obsažena v přezvané tabulce č. 3, která potvrzuje závěry z tabulky č. 1.

Tabulka 3 – Porovnání prvků

Kritérium	UTP	STP	Koaxiální kabel	Optické vlákno
Cena	nejnižší	střední	střední	nejvyšší
Instalace	jednoduchá	poměrně jednoduchá	poměrně jednoduchá	složitá
Šířka pásma	1-155Mb/s (10Mb/s)	1-155Mb/s (16Mb/s)	10Mb/s	2Gb/s (100Mb/s)
Počet uzlů na segment	2	2	30 - 50	2
Útlum	vysoký	vysoký	nižší	nejnižší
elektromag. Rušení	nejnáchylnější	méně náchylné než UTP	méně náchylné než UTP	Není ovlivněn

Upraveno dle – [30]

4 Výkonnostní porovnání pasivních prvků vzhledem k jejich ceně

Hlavním cílem práce je porovnat pasivní prvky sítě vzhledem k jejich ceně. V následujících grafech byl zpracován každý zásadní používaný pasivní prvek počítačových sítí. Stejné prvky různých výrobců jsou porovnávány mezi s sebou, přičemž hodnoceným kritériem je cena. Data, která byla použita pro zpracování těchto tabulek, byla nalezena na stránkách různých internetových prodejců a v katalozích výrobců. Byly porovnány kabely kategorie 5e, 6a, 7, koaxiální kabel, dvanácti vláknové jednovidové optické vlákno 9/125µm, dvanácti vláknové vícevidové optické vlákno 50/125µm a 62,5/125µm různých výrobců, každou skupinu pak uzavírá průměrná cena určená z cen jednotlivých výrobců. Kromě přenosových médií byly porovnány i konektory a zásuvky k těmto prvkům.

V tabulce č. 1 přílohy č. 2 lze vidět porovnání ceny vybraných UTP kabelů kategorie 5e. Průměrná cena tohoto typu kabelu je 6,36 Kč/m. V tabulce č. 2 je zobrazena cena konektorů RJ-45. Cena pro tento typ kabelu je v průměru 3,355 Kč/kus. Průměrná cena keystone pro tento typ kabelu je pak 37,15Kč/kus, výsledky se nachází v tabulce č. 3.

V tabulce č. 4 se pak nachází cenové porovnání UTP kabelu kategorie 6a. Průměrná cena porovnávaných kabelů je 12,64Kč/m. V tabulce č. 5 je pak vidět cenové porovnání konektorů k tomuto kabelu. Průměrná cena jednoho konektoru vychází na 10,84 Kč/kus. Ceny keystone pro 6a jsou pak zobrazeny v tabulce č. 6.

V tabulce č. 7 se nachází porovnání ceny kabelu UTP kategorie 7. Vybraní výrobci tento kabel nabízí v průměru za 20,44 Kč/m. V tabulce č. 8 je pak vidět porovnání ceny konektoru pro tento kabel. Vzhledem k tomu, že tento kabel není dosud příliš rozšířen, nebyl nalezen český výrobce, ceny jsou tedy uvedeny v USD.

V tabulce č. 9. lze vidět porovnání cen 75 ohmového koaxiálního kabelu, kde cena vychází v průměru na 10,758 Kč/m. Obsahem tabulky č. 10 je pak porovnání cen 50 ohmového koaxiálního kabelu od vybraných výrobců. Průměrná cena je 21,51 Kč/m.

V tabulce č. 11 se nachází cenové porovnání homeplug adaptérů. Průměrná cena takového adaptéru je 1620,Kč/pár.

V tabulce č. 12 je zpracováno porovnání cen jednovidových 9/125µm vláken. V následující tabulce č. 13 je zobrazeno porovnání cen pigtailů pro tento kabel. Průměrná cena porovnávaných výrobků je 59,24 Kč/kus.

V tabulce č. 14. se nachází porovnání ceny vícevidového vlákna 50/125µm. V následující tabulce č. 15 se pak nachází cenové porovnání pigtailů pro toto vlákno. V tabulkách č. 16 lze pak vidět cenové porovnání vícevidových vláken 62,5/125µm, kde se cena pohybuje v průměru na 33,45 Kč/m. V tabulce č. 17 je pak zobrazeno jeho ukončení.

Porovnáváním průměrných cen kabelů typu UTP 5e , 6a a 7 bylo zjištěno, že průměrná cena kabelu kategorie 5e je zhruba 6,3Kč/m. Kabel typu 6a je zhruba dvojnásobně dražší, jeho cena je tedy 12,6 Kč/m. Kategorie 6a jde ale použít pro instalace 10Gb ethernetu, čili tam kde je požadovaná vyšší přenosová rychlost se tato investice vyplatí. Cena kabelu kategorie 7 je pak 20,4 Kč/m. Cena konektorů k tomuto typu kabeláže se pohybuje u RJ-45 pro kategorii 5e okolo 3,5Kč/kus, konektor pro 6a stojí průměrně 10,8Kč/kus, cena

konektorů pro kategorii 7 je v porovnání k předchozím mnohem vyšší, není možno použít standartního typu konektoru. Konektor pro tento typ kabelu stojí 16,9 USD/kus tedy zhruba 410 Kč. Průměrná cena keystone pro kabel kategorie 5e je 37,1Kč/kus, průměrná cena keystone pro 6a je zhruba 116,16 Kč/kus, tedy zhruba trojnásobek ceny keystone pro 5e. Průměrná cena 75 ohm koaxiálního kabelu je 10,75Kč/metr. Průměrná cena 50 ohm kabelu je pak 21,51 Kč/metr. Cena porovnávaného 50 ohmového kabelu je pak takřka dvojnásobná oproti 75 ohmového kabelu. Průměrná cena porovnávaných vícevidových vláken je u typu 50/125µm 25,73Kč/m, cena vlákna 62,5/125µm je pak 33,45 Kč/m. Ceny těchto vláken se tedy příliš neliší. Cena jednovidového vlákna 9/125µm je v průměru 14,51Kč/metr. Ceny koncovek pro tyto kabely jsou v případě vícevidového vlákna 50/125µm v průměru 61,35 Kč/kus u 62,5/125µm je cena v průměru 61,17Kč/kus. V případě jednovidového vlákna 9/125µm je 59,24 Kč/kus. Z porovnání tedy vychází, že průměrná cena u porovnávaných kabelů je u kategorie UTP 5e nejlevnější, kategorie 6a je zhruba dvojnásobně dražší, lze na ni ale realizovat 10Gb ethernet. Cena konektorů je u těchto typů také poměrně příznivá. Cena TP kabelu kategorie 7 je pak oproti 6a zhruba dvojnásobná, ale cena konektorů pro tento kabel je značně vyšší. Ceny porovnávaných optických kabelů nejsou oproti TP kabelům vzhledem k výhodám které poskytují tak vysoké, ale cena jejich konektorů je v porovnání s koncovkami typu RJ-45 pro kategorii 5e nebo 6a mnohonásobně vyšší.

5 Doporučení použití konkrétních prvků v instalacích.

V předchozích kapitolách byly poměrně podrobně popsány pasivní prvky, které se používají v moderních síťových instalacích. Ne ve všech instalacích se ale dají všechny typy kabeláže použít a v některých případech je použití některých z nich vyloženě neekonomické. Jaké prvky je však v různých typech instalacích vhodné použít bude popsáno nyní.

5.1 Síť malého rozsahu

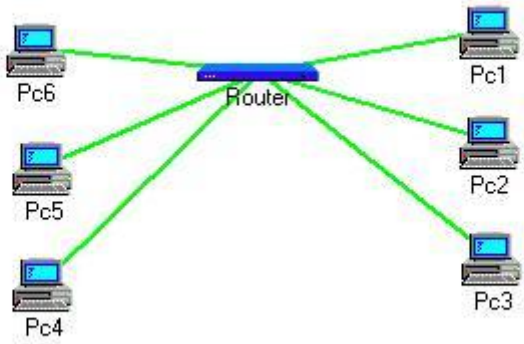
Pokud je požadována malá domácí síť, rozsahem zhruba do sedmi síťových zařízení, není třeba používat tak sofistikované a náročné techniky, pravděpodobně totiž nebude využita. V takové síti malého rozsahu, se nepočítá s velmi velkými toky dat a v mnoha

případech ani náročností na rychlost přenášených dat. Pro konstrukci takové sítě tedy nejčastěji postačí jeden router, případně jeden další access point pro rozšíření Wi-Fi signálu.

Nejvhodnější kabeláž, která by se dala pro takovou instalaci použít, bude nejspíše kabel kategorie 5e. Instalace kabelů je poměrně snadná, zvládne ji každá průměrně zručná osoba. Konektory RJ – 45 se snadno osazují. Instalace by se dala provést i kabelem typu UTP 5. Nižší třídy pro takovou instalaci nejsou vhodné. Vzhledem k tomu, že použité kabeláže v případě menšího rodinného domku nebude takové množství, nebude třeba používat stíněné nebo další jakkoli vylepšené varianty. Nemá smysl použít optického vlákna, jehož přenosové vlastnosti by zcela jistě nebyly využity. Taková instalace by tedy byla dražší, avšak naddimenzována a její potenciál by zůstal pravděpodobně nevyužit.

Použití koaxiálního kabelu je taktéž nevhodné vzhledem k jeho na dnešní dobu špatným přenosovým vlastnostem, které by ani v takto malé instalaci pravděpodobně nevyhověli. Navíc by takové řešení bylo cenově srovnatelné s UTP 5e, kde UTP 5e je jednoznačně lepší v přenosových rychlostech. Jak by taková instalace mohla vypadat je zobrazeno na obrázku č. 12.

Obrázek 12 - Domácí síť



[Vlastní]

Cena pasivních prvků v takové síti se dá zhruba určit podle průměrné ceny, která vychází z tabulky č. 1 v příloze č. 2. Pro rozvody by byla použita kabeláž UTP cat.5e. Přesná spotřeba kabelu by se pak určovala podle rozměrů objektu, případně místnosti, ve které by

se instalace prováděla. Pokud by šlo o menší rodinný domek, lze předpokládat, že 70 metrů kabelu by mělo postačit. Při průměrné ceně 6,36 Kč/m pak vychází cena kabeláže na 445,2Kč. Na 6 kabelů pak musí přijít 12 konektorů po 3,55 Kč/kus. Cena konektorů by pak byla 42,6Kč. Celková cena pasivních prvků v takto malé síti by pak byla 487,8 Kč.

5.2 Síť rozsahu do cca 20 zařízení

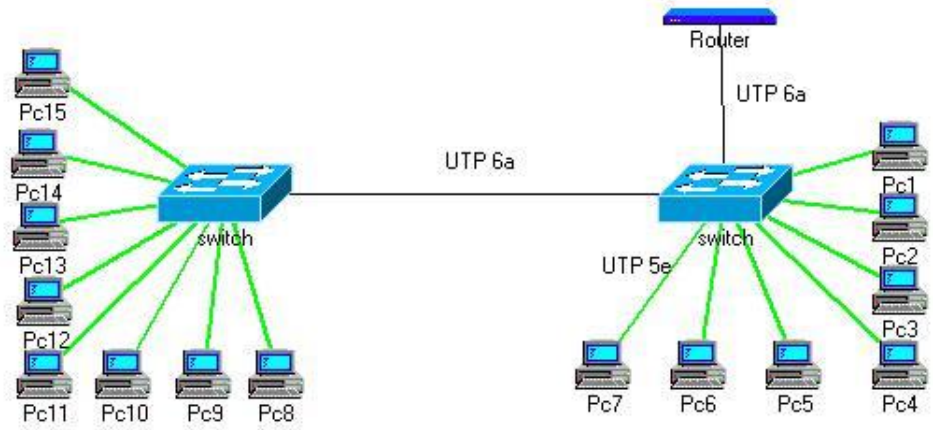
Sít takového rozsahu může být například sítí menší firmy. V takovém případě budou požadavky na přenosové rychlosti pravděpodobně vyšší. Pro projektanta sítě se tedy vyplatí investovat v páteřních rozvodech do kabeláže typu UTP kategorie 6a. Rozvody k jednotlivým stanicím by bylo nejlépe realizovat kabelem kategorie 5e. V tomto případě by bylo vhodné použít některou z lépe stíněných variant. Kabelů souběžně tažených bude poměrně značné množství, a tedy by mohlo docházet k přeslechům mezi kabely. Chyby, které by se v přenosu signálu v takovém případě objevovaly, jsou nežádoucí a nepřípustné.

Pokud by se zařízení nacházeli ve více budovách, bude vhodné pro spojení těchto uzlů využít optického vlákna. Pravděpodobně nepůjde o značné vzdálenosti, použili bychom tedy některého z vícevidových optických kabelů. Je nejlepší volbou z hlediska životnosti kabelu. Také nás v budoucnu nebude eliminovat svojí přenosovou rychlostí a nepodléhá rušení. Pro případného útočníka, který by chtěl důvěrná data odposlouchávat, bude také komplikovanější tato data dekódovat než by tomu bylo v případě použití jiného typu kabelu. Pro přenos signálu mezi dvěma budovami je však také možno použít kabel typu UTP kategorie 6a, případně 5e pro venkovní použití. Takové řešení je také vhodné, při použití kabelu, který je určen pro venkovní instalace kde je prodloužena životnost oproti klasickému TP kabelu pro vnitřní použití. Použití klasického TP kabelu pro vnitřní použití je pro přechod ve venkovním prostředím nevhodný. Neodolává totiž tak dobře podmínkám, kterým je kabel vystaven, jeho živostnost by tedy byla nižší než u venkovní varianty. Je vhodné zvolit verzi pro venkovní použití, která bude navíc stíněná.

V případě, že budovy budou stát v těsné blízkosti a bude z jedné na druhou dobrá viditelnost, je možné použít i bezdrátového přenosu. Wi-Fi přenos mezi jednotlivými objekty je poměrně levnou záležitostí. Přenosová rychlost takového řešení by pak byla menší, než je

tomu u optického kabelu. Další nevýhodou takového řešení by byla případná nespolehlivost přenosu. Wi-Fi přenos totiž v některých klimatických podmínkách může podléhat rušení. Signál přenášený touto cestou značně ovlivňuje počasí. Špatný vliv na signál přenášený touto cestou má především déšť, sněžení a mlha. Vysílané radiové vlny jsou totiž značně ovlivňovány střetem s vodou (kapky atd.) Dochází k rozptylu, pohlcování či odrazu mikrovln. Dalším nedostatkem je snadné odposlouchávání citlivých dat případným útočníkem. Pokud by se jednalo o firemní síť, tak by bylo krajně nevhodné, aby informace přenášené v této síti bylo snadno získat. Z hlediska bezpečnosti je tedy nejvhodnější použít optické vlákno. Wi-Fi technologie by tedy byla sice levnější, nicméně mnohem více chybová a nespolehlivá. Jak by mohlo vypadat taková síť v rámci jedné budovy je zobrazeno na obrázku č. 13.

Obrázek 13 - Sít v rozsahu do 20 zařízení



[Vlastní]

Určit přibližnou cenu pasivních prvků v takové instalaci lze opět z tabulek průměrných cen kabelů a konektorů z tabulek přílohy č. 2. Pro páteřní rozvody mezi routerem a switchem a také mezi oběma switchi je použita kabeláž typu UTP cat.6a. Průměrná cena za metr se pohybuje okolo 12,61Kč/m. Ve znázorněném případě jde o dvě kanceláře. K propojení páteřních rozvodů by tedy v našem případě stačilo cirka 30 metrů UTP cat.6a. Cena rozvodu by se tedy pohybovala okolo 378,6Kč. Zbytek rozvodů by byl sestaven pomocí kabelu UTP cat.5e. Spotřeba materiálu by pak v našem případě dvou větších kanceláří byla cca. 170 metrů. Cena rozvodu UTP cat.5e by pak byla 1081,2Kč. Na

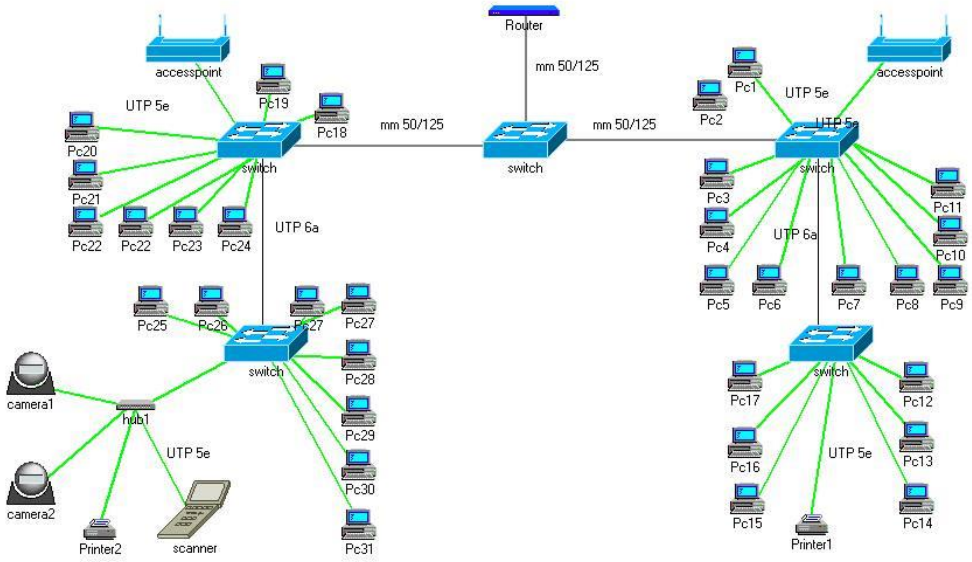
15 linek bude třeba 30 RJ-45 pro kabel cat.5e. Stály by v průměru 106,5 Kč. Pro dvě linky UTP cat.6a je třeba 4 konektorů po 10,84Kč/kus. Cena konektorů pro cat.6a by tedy byla 43,36Kč.Celková cena pasivních prvků v takové instalaci by pak byla přibližně 1610Kč.

5.3 Síť většího rozsahu nad 20 zařízení

U sítě takto značného rozsahu bude nejvhodnější použít kombinaci zmíněných řešení. Přechody mezi jednotlivými objekty budou řešeny, jak již bylo zmíněno nejlépe optickým vláknem. Použít se dá i kabel UTP kategorie 6a, nebo kategorie 5e určen pro venkovní použití. Tato varianta je však nevhodná vzhledem k nižší přenosové rychlosti.

V rámci budovy mohou být páteřní rozvody taženy pomocí optického kabelu. Taková linka bude nejen velmi rychlá, ale také bezpečná. Je však možné použít také klasickou UTP kabeláž kategorie 5e, nebo 6a. Vhodnější je ale použít stíněnou variantu. V případě, že objektem bude například nějaká kancelářská budova, dá se předpokládat, že se v jednotlivých místnostech bude nacházet větší množství počítačů najednou. Když pak UTP kabely od těchto zařízení svedeme do jednotlivých switchů, vznikne poměrně velké množství kabeláže svedené do malé oblasti a může tedy dojít k rušení a případným přeslechům. V případě takto velké počítačové sítě se dá předpokládat, že půjde o síť nějaké větší firmy či organizace. Je tedy třeba dbát na bezpečnost přenášených informací. Všechna data použitá pro komunikaci by tedy měla být přenášena výhradně po kabelu, kde je mnohem složitější posílané informace odposlouchávat. V případě, že by bylo třeba poskytovat připojení k internetu i veřejnosti, která by se mohla v budovách či celém areálu nacházet, by bylo vhodné zvolit připojení pomocí bezdrátové sítě Wi-Fi. Na místech kde by chtěl provozovatel takovou službu poskytovat (může se jedna například o různé čekárny, restaurace v objektu atd.) je vhodné umístit access point, který bude Wi-Fi signál do prostředí šířit. Jak taková rozsáhlejší síť může vypadat je zobrazeno na obrázku č. 14. Propojení routeru a centrálního switche je provedeno pomocí vícevidového optického kabelu. Stejně tak od tohoto centrálního switche do dalších dvou vedlejších switchů. Z těchto je do dalších switchů vedena páteřní linka pomocí kabelu kategorie 6a. Jednotlivé stanice jsou pak připojeny kabelem kategorie UTP 5e.

Obrázek 14 - Síť rozsahu nad 20 zařízení



[Vlastní]

Při určování průměrné ceny pasivních prvků v takové instalaci lze použít ceny zjištěné z tabulek v příloze č. 2. Páteřní linky z routeru do centrálního switche. A z centrálního switche do dvou vedlejších switchů jsou provedeny pomocí vícevidového vlákna 50/125µm. Průměrná cena takového 12 vláknového kabelu je 25,73Kč/m. V našem případě půjde o spojení několika kanceláří v rozsáhlejším objektu. Budeme tedy počítat se spotřebou optického kabelu cca 100 metrů. Kabely potáhneme dva najednou. Celková cena optického kabelu by pak byla cca 5146Kč. Na 3 linky je třeba pořídit 6 ukončení za 65,36Kč/kus. Cena konektorů by pak byla 392,16Kč. Rozvody z postranních switchů na další dva switche jsou provedeny pomocí UTP cat.6a. Na takovou linku by v naší instalaci bylo třeba zhruba 25 metrů kabelu. Linky jsou na obrázku dvě, tedy celkem 50 metrů za 12,61Kč/kus. Cena by pak byla zhruba 630,5Kč. Konektory pro UTP cat.6a by byly 4. Jejich cena by byla zhruba 43,36Kč. Zbytek rozvodů by byl proveden pomocí UTP 5e. V této rozsáhlé instalaci by mělo bohatě postačit 500 metrů kabelu. Pokud budeme tedy vycházet z průměrné ceny zjištěné v tabulce pro UTP 5e z přílohy č. 2 pak bude metr stát 6,36Kč. Cena takového rozvodu bude tedy 3180Kč. V zobrazené instalaci se nachází 69 linek. Bude tedy třeba 138 RJ-45 pro kabel UTP cat.5e. Ty se v průměru prodávají za 3,55Kč/kus. Cena konektorů by pak byla 489,9Kč. Celková cena pasivních prvků v této modelové instalaci by tedy byla 9881,92Kč.

6 Obecné doporučení

Každý pasivní prvek má v instalaci počítačové sítě svůj význam. Některé prvky je možno umístit i tam, kam se přímo nehodí, nebo je jejich pořízení pro nároky na funkci sítě neekonomické. Ve vnitřních rozvodech menších objektů bude nejlepší volbou použít kabeláž typu UTP kategorie typu 5, 5e, 6a. Koaxiální kabel ani v malých instalacích typu rodinného domu pro připojení k internetu dnes nenalezne uplatnění vzhledem k ceně a vlastnostem UTP kabelů.

Tam kde je požadována vyšší přenosová rychlost, je vhodné využít optického vlákna. U přenosů na delší vzdálenosti především vlákno jednovidové, u přenosů na vzdálenosti kratší je vhodné použít vlákno vícevidové. Nikdy není vhodné překračovat maximální povolenou délku segmentu, a pokud je to možné ani se k ní nepřibližovat. Pokud to konkrétní situace umožnuje je také dobré vyhnout se používání spojek mezi kabely. Může na ní docházet k nežádoucímu útlumu signálu. Pokud je nevyhnutelné táhnout segment, který je delší, než je povolená délka, je třeba využít repeater, který signál vyslaný do média zregeneruje. V případě, že bude taženo větší množství TP kabelů, nebo koaxiálních kabelů najednou, je třeba dbát na to, aby byly použity pokud možno stíněné varianty, jinak by mohlo docházet k nežádoucím přeslechům. V případě instalace Wi-Fi v domácí, nebo i veřejné síti je třeba dbát na nastavení bezpečnostních pravidel této sítě. Přenos dat po takové síti je krajně rizikový a z pohledu případného útočníka velmi snadno napadnutelný.

7 Závěr, zhodnocení práce

V práci jsem si uložil za cíl zhodnotit a porovnat výkonnostní poměr ceny a výkonu pasivních prvků sítě. Byly porovnány různé pasivní prvky a řešení konstrukce sítě mezi s sebou, z hlediska jejich výhod a nevýhod pro použití v konkrétních instalacích, ale i stejné prvky různých výrobců za cílem porovnat cenu prvků na trhu. Hlavní kritéria, podle kterých byla strukturovaná kabeláž porovnávána byly jakožto nejdůležitější cena a přenosová rychlost. Dále pak šířka pásma, bezpečnost přenosu, náročnost na schopnosti a vybavení při instalaci a nakonec délka povoleného segmentu. Výstupem pak byla zpracovaná

multikriteriální analýza, ve které jsou výsledky tohoto testu popsány. Kromě porovnání jednotlivých typů kabeláže bylo porovnáváno i příslušenství k těmto prvkům. Tedy hlavně typy ukončení, kterými se tyto kabely osazují jako např. zásuvky a jiná přechodová zařízení, kde byla porovnávána hlavně cena, za kterou je výrobci nabízí.

Dalším způsobem porovnávání, bylo po zmíněné multikriteriální analýze cenové porovnání stejných prvků od různých výrobců. Ceny, za které tyto prvky jednotlivý výrobci nabízí, byly zpracovány do grafů, kde lze vyčíst za kolik lze daný prvek pořídit a jaká je jeho průměrná cena. Konstruktér sítě si pak může podle těchto údajů udělat hrubou představu o tom, kolik jeho projekt bude stát. Z tohoto přehledu lze vycházet při stavbě počítačové sítě. Výsledky, které z těchto porovnávání vyšli, poměrně věrně odpovídají reálným konstrukcím počítačových sítí, tak jak se v současné době sestavují. Případný projektant by tedy podle návodu, který jsem uvedl, mohl síť poměrně úspěšně navrhnout.

8 Reference

[1]. Shop.tntrade. Shop.tntrade. *Síťové prvky.* [Online] http://www.shop.tntrade.cz/ftp-kabel-premiumcord-cat5e-licna-305m-pvc_ies89887.jpg.

[2]. CHIPweek č. 45/96, 5. Archiv článku a přednášek Jiřího Peterky. [Online] Listopad 1997. http://www.earchiv.cz/a96/a645k150.php3.

[3]. PCtuning. *pctuning.tyden.cz.* [Online] 22. 1 2008. http://pctuning.tyden.cz/hardware/site-a-internet/9994-technologie_prenosu_dat_pres_opticka_vlakna?start=4.

[4]. Rubeš, Michal. is.muni.cz. *Masarykova univerzita.* [Online] 2012. http://is.muni.cz/th/324815/fi_b/bc_final.pdf.

[5]. CHIPweek. Kroucená dvoulina. *earchiv.* [Online] 29. říjen 199. http://www.earchiv.cz/a96/a644k150.php3.

[6]. intelek. Kategorie 6. *intelek.* [Online] http://www.intelek.cz/info.jsp?name=proc_cat6&highlight=305m.

[7]. Šíma, Ing. Jaromír. Optické síťě. *klfree.* [Online] 2008. http://www.klfree.net/store/skoleni_optika_2008_klfree_2.pdf.

[8]. Informace a materiály k předmětu ICT. *sst Opava.* [Online] http://sst.opava.cz/chuda/.

[9]. Hotárek, Lukáš. Koaxiální kabely v komunikačních síťích. *vutbr.* [Online] 2013. https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=69129.

[10]. Chip, Redakce. http://www.chip.cz/novinky/trendy/opticke-site/. *Optické síťě.* [Online] 2009.

[11]. antena.cz. Koaxiální a datové kabely. *antena.* [Online] 2013. http://www.antena.cz/pdf/Belden_katalog_cz.pdf.

[12]. Neznámý. Počítačové sí´tě. *sst Opava.* [Online] http://sst.opava.cz/chuda/teorie_ict/site/ps_rozdeleni.pdf.

[13]. Počítačová síť. *Wikipedia.* [Online] https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_s%C3%AD%C5%A5.

[14]. CHIPweek. Optická vlákna. *Archiv článků a přednáček Jiřího Peterky.* [Online] listopad 1996. http://www.earchiv.cz/a96/a645k150.php3.

[15]. Koaxiální kabel. *wikipedia.* [Online] https://cs.wikipedia.org/wiki/Koaxi%C3%A1ln%C3%AD_kabel.

[16]. Technologie přenosu dat přes optická vlákna. *Pc tuning.* [Online] 22. 1 2008. http://pctuning.tyden.cz/hardware/site-a-internet/9994-technologie_prenosu_dat_pres_opticka_vlakna?start=4.

[17]. CHIPweek. Šířka pásma a její dělení. *Archiv článků a přednášek Jiřího Peterky.* [Online] 1991. http://www.earchiv.cz/a91/a143c110.php3.

[18]. Trondin, Anton. Návrh malé až střední počítačové síťě. *info.sks.cz.* [Online] 2010. http://info.sks.cz/www/zavprace/soubory/68510.pdf.

[19]. Heřman, J., Trinkewitz, Z., et al. *Elektrotechnické a telekomunikační instalace.* 2006.

[20]. James F. Kurtose, Keith W. Ross. *Počítačové sítě.* 2014.

[21]. Gringello, Raymond S. *Computer Networks.* 2011.

[22]. Spurná, I. *Počítačové sítě-praktická příručka správce sítě.* 2010.

[23]. Kruhová topologie. *Sítě.* [Online] http://www.topologiesiti.estranky.cz/img/mid/5/kruh.jpg.

[24]. http://www.topologiesiti.estranky.cz/img/mid/5/kruh.jpg. Kruhová topologie. *Sítě.* [Online].

[25]. Neznámý. http://site.the.cz/images/schemes/tophvez2.gif. Hvězdivová topologie. *Sítě.* [Online]

[26]. Neznámý. http://www.networking-basics.net/wp-content/uploads/2014/09/full-mesh-topology-300x279.jpg. Mesh topologie. *Siťě.* [Online]

[27]. Softcom. http://www.softcom.cz/eshop/utp-kabel-cat-6-drat-solid-klubo-100m_i88372.jpg. Kroucená dvojlinka. *softcom.* [Online]

[28]. Neznámý. http://site.the.cz/images/products/koaxkab.gif. Koaxiální kabel. *Síťě.* [Online]

[29]. BNC. [Online] http://1.bp.blogspot.com/-_-Gb0zKIhOk/U3UqPSAUSiI/AAAAAAAAAYc/PmnEBYeGwgc/s1600/bnc+6.jpg.

[30]. Neznámý. Essential network compentnts. *http://ecestudyaid.blogspot.cz.* [Online] 27. květen 2012. http://ecestudyaid.blogspot.cz/2012/07/essential-network-components-media-for.html.

[31]. Neznámý. http://site.the.cz/images/schemes/topsber2.gif. Sítě. *Sítě.* [Online] [Citace: 4. 13 2016.]

9 Seznam Obrázků a tabulek

Obrázek 1 - Sběrnicová topologie....4
Obrázek 2- Kruhová topologie....5
Obrázek 3- Hvězdicová topologie....6
Obrázek 4 - Topologie Mesh....7
Obrázek 5- Kroucená dvojlinka....13
Obrázek 6 - Stíněný kabel UTP....14
Obrázek 7 – FTP kabel....15
Obrázek 8 - Nestíněná dvojlinka....16
Obrázek 9 - Koaxiální kabel....18
Obrázek 10 - T konektor....19
Obrázek 11 - Optické vlákno....23
Obrázek 12 - Domácí sít....33
Obrázek 13 - Sít v rozsahu do 20 zařízení....35
Obrázek 14 - Síť rozsahu nad 20 zařízení....37

Tabulka 1 - Porovnání kabeláže....26
Tabulka 2- Odkaz na použité prvky....27
Tabulka 3 – Porovnání prvků....30

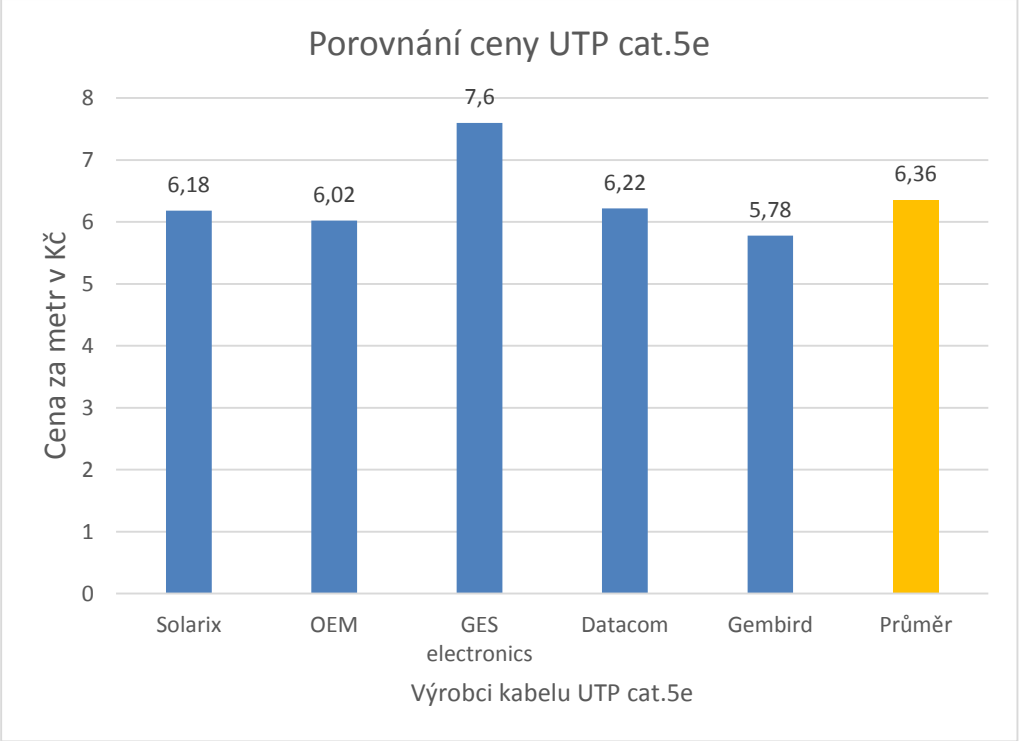
Příloha č. 1

Alternativa	Cena	Šířka pásma	Přenosová rychlost	Délka segmentu	Odolnost proti rušení	Bezpečnost	Manipualce při instalaci	Výsledek
UTP CAT 5E	1	4	2	3	4	2	2	33
UTP CAT 6E	3	3	2	3	3	2	3	37
Optické vlákno 62,5/125	5	2	1	2	1	1	4	32
Optické vlákno 9/125	4	1	1	1	1	1	4	26
PLC	4	3	2	3	4	2	1	40
Koaxiální kabel	2	5	3	3	2	2	1	35
Váha hodnocení	3	1	3	2	2	2	1	

[Vlastní]

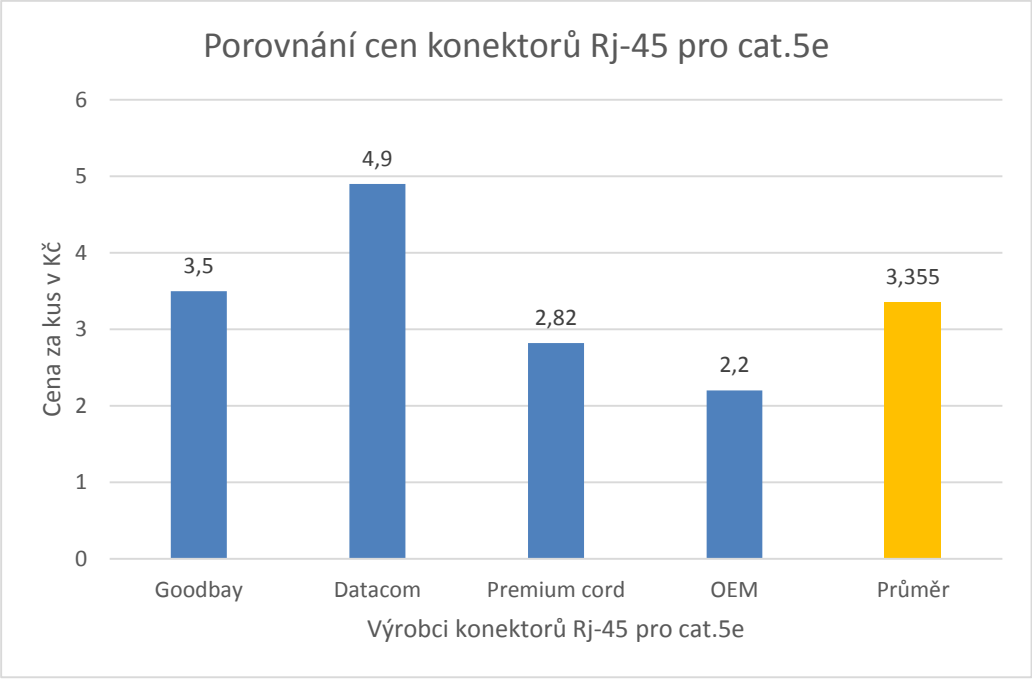
Příloha č. 2

Tabulka 1 - Kabel kategorie 5e



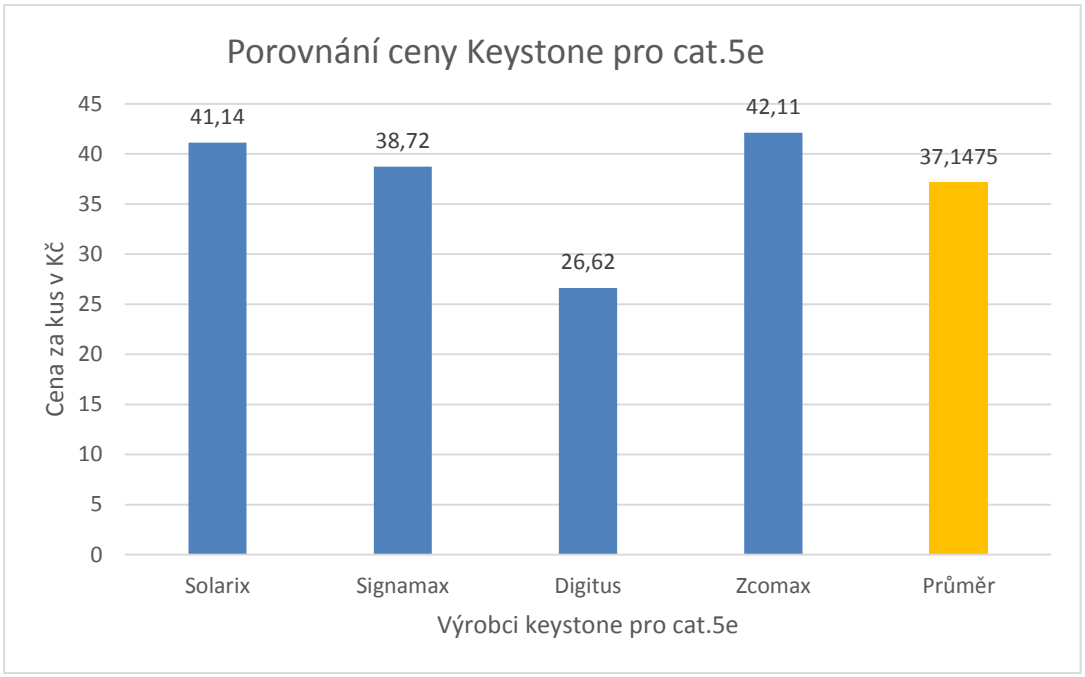
[Vlastní]

Tabulka 2 - Rj-45 pro kabel kategorie 5e



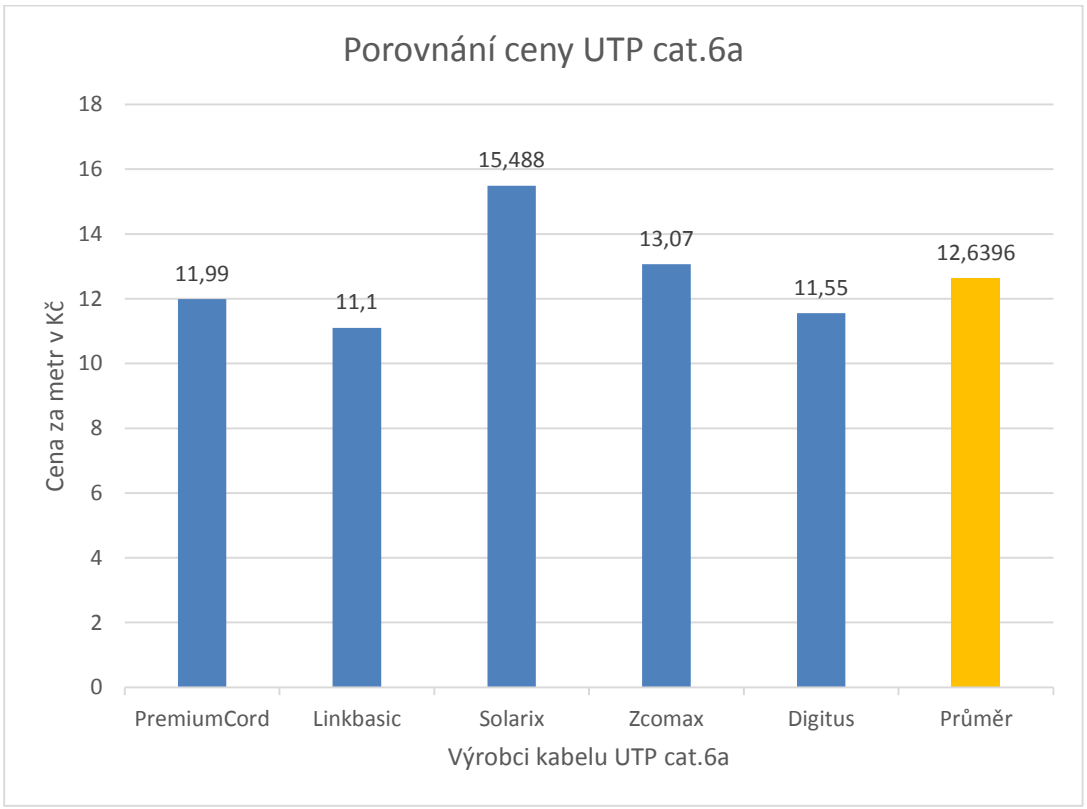
[Vlastní]

Tabulka 3 - Keystone pro kabel kategorie 5e



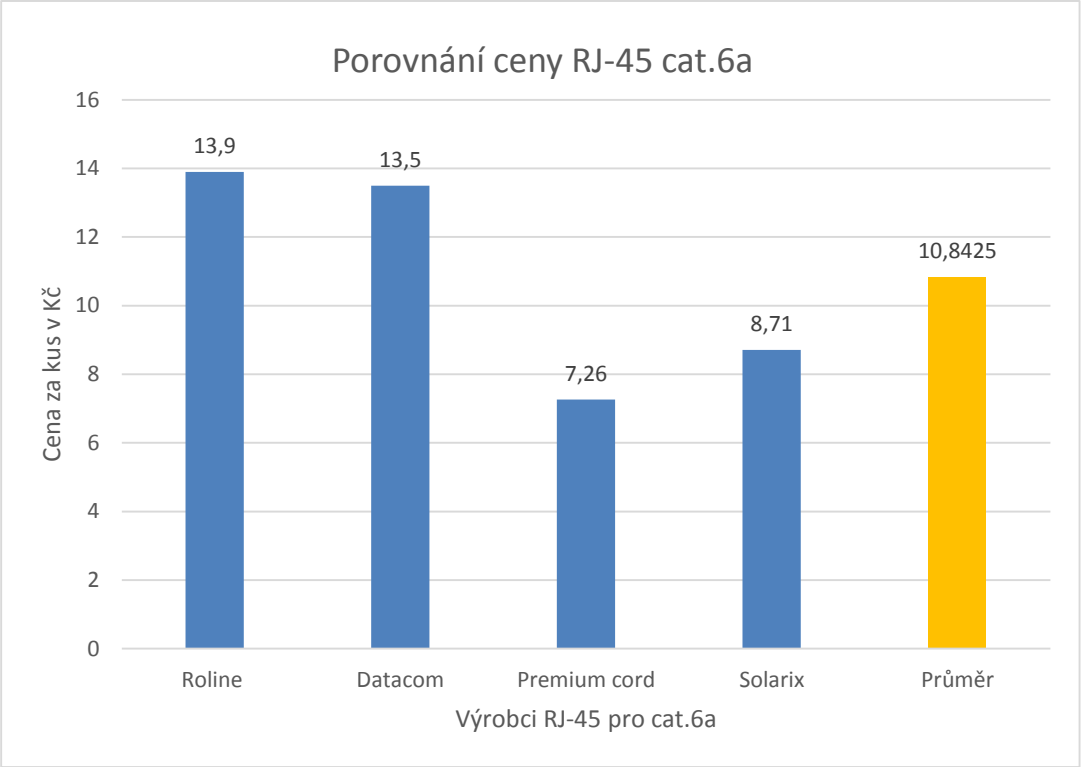
[Vlastní]

Tabulka 4 - Kabel kategorie 6a



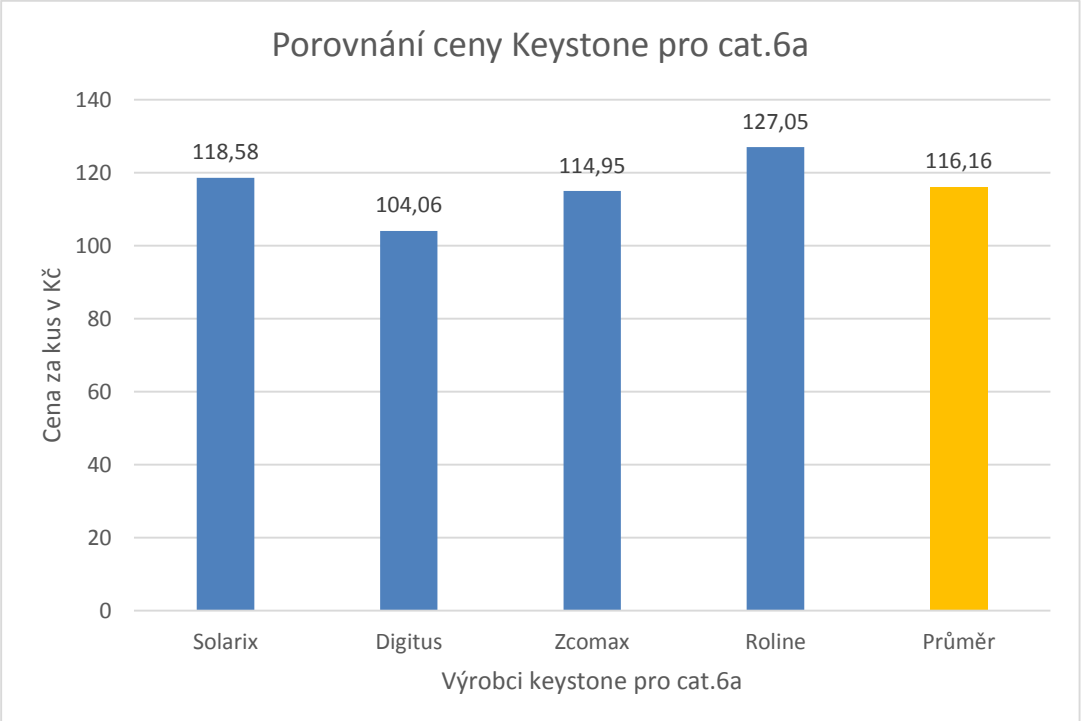
[Vlastní]

Tabulka 5 - Konektory Rj-45 pro kabel kategorii 6a



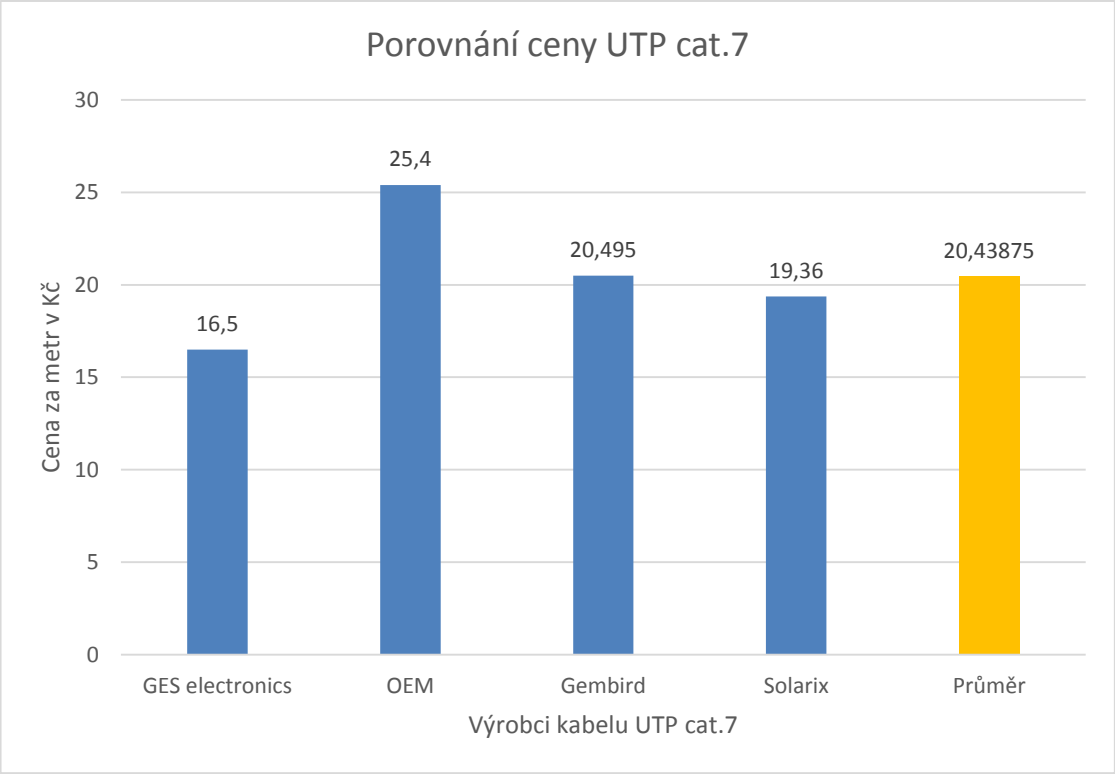
[Vlastní]

Tabulka 6 - Keystone pro kabel kategorii 6a



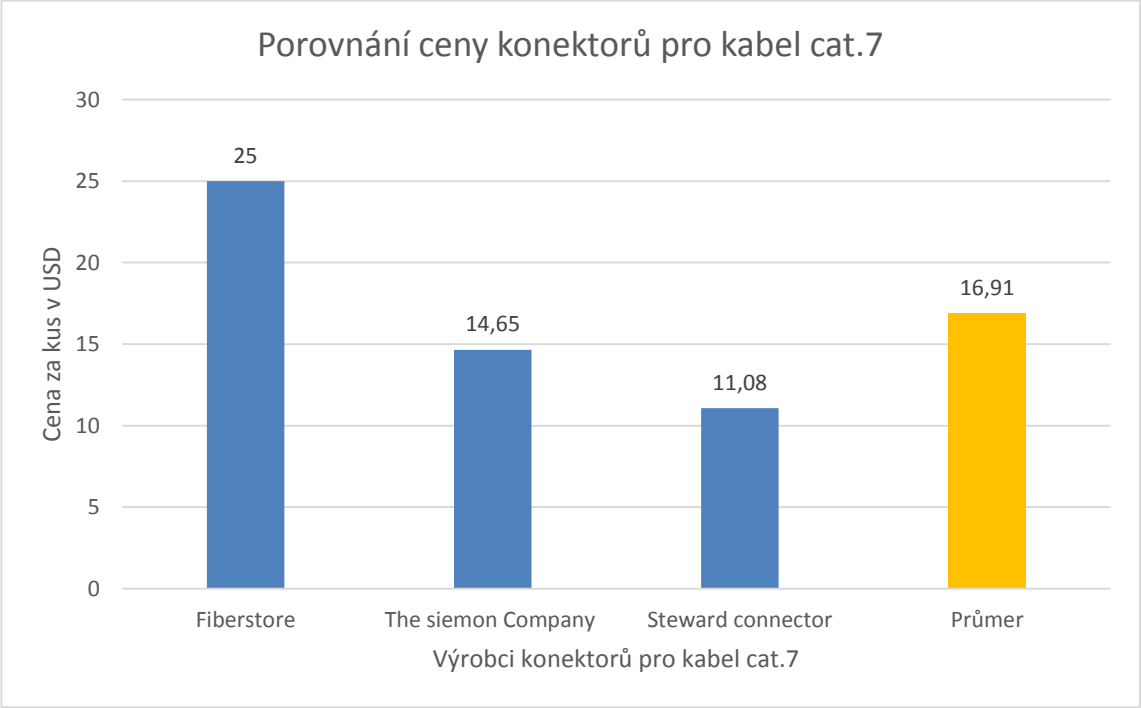
[Vlastní]

Tabulka 7 - Kabel kategorie 7



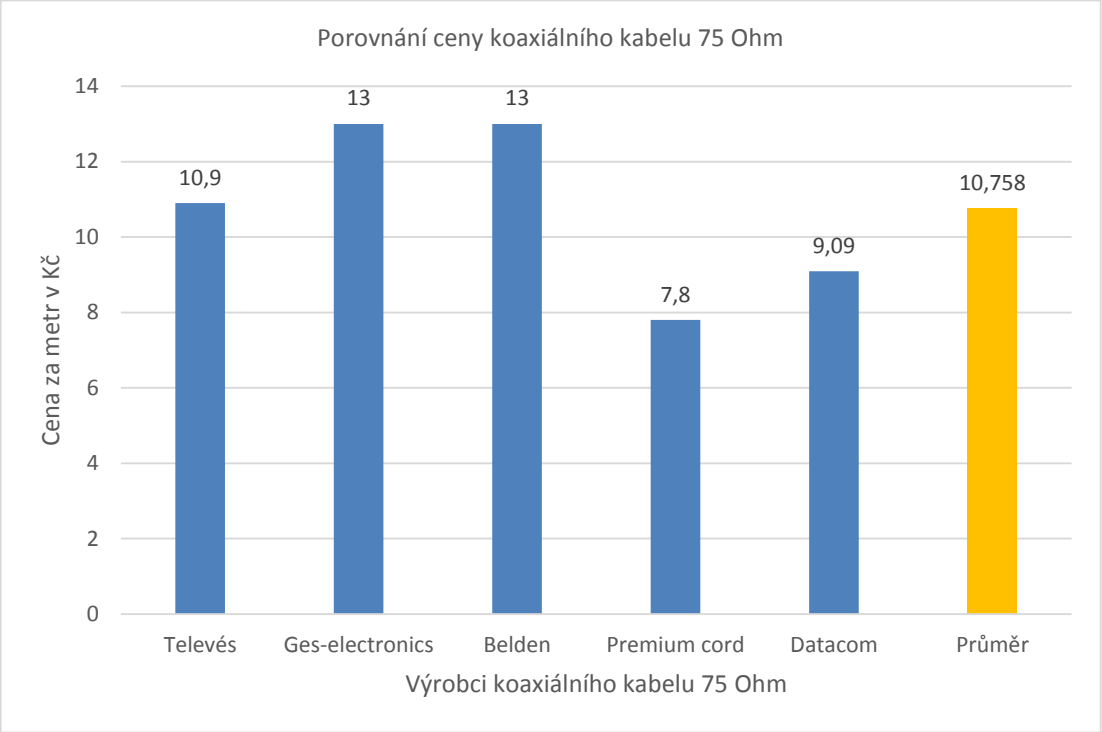
[Vlastní]

Tabulka 8 - Konektory pro kabel kategorie 7



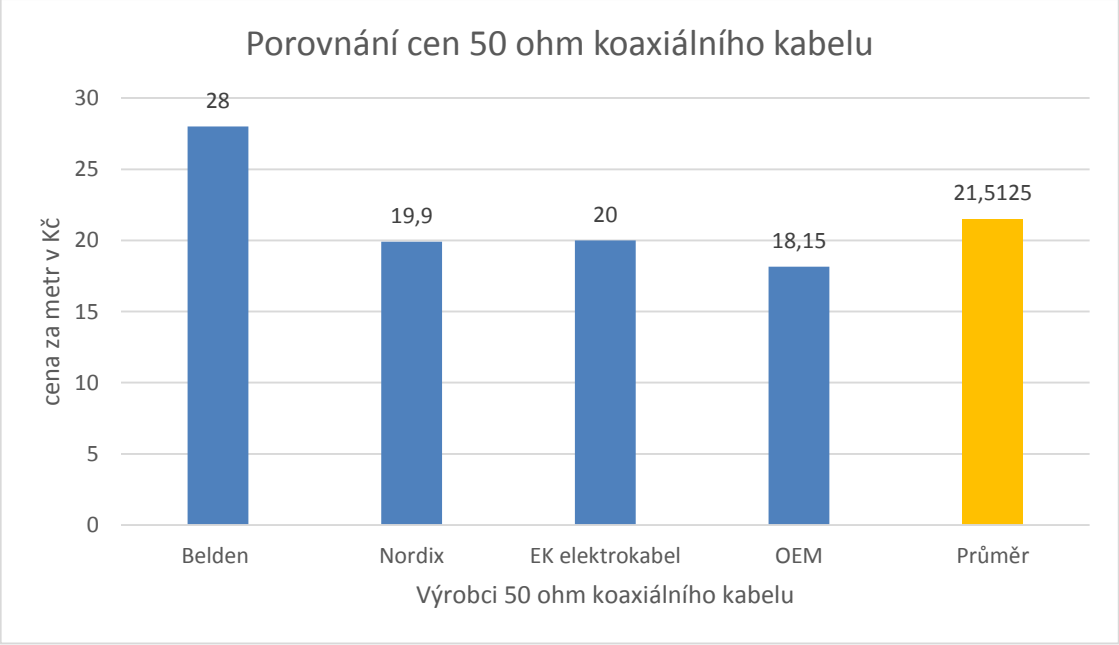
[Vlastní]

Tabulka 9 - Koaxiální kabel



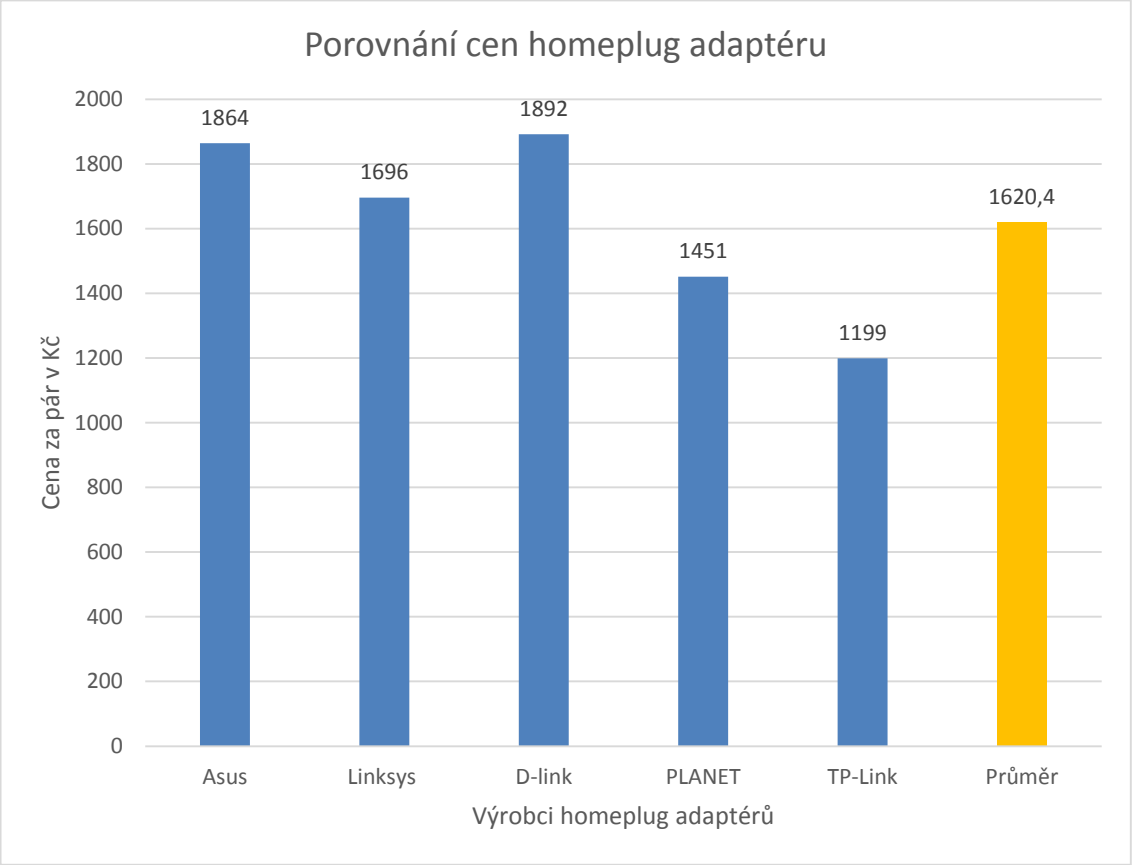
[Vlastní]

Tabulka 10 - 50 ohm koaxiální kabel



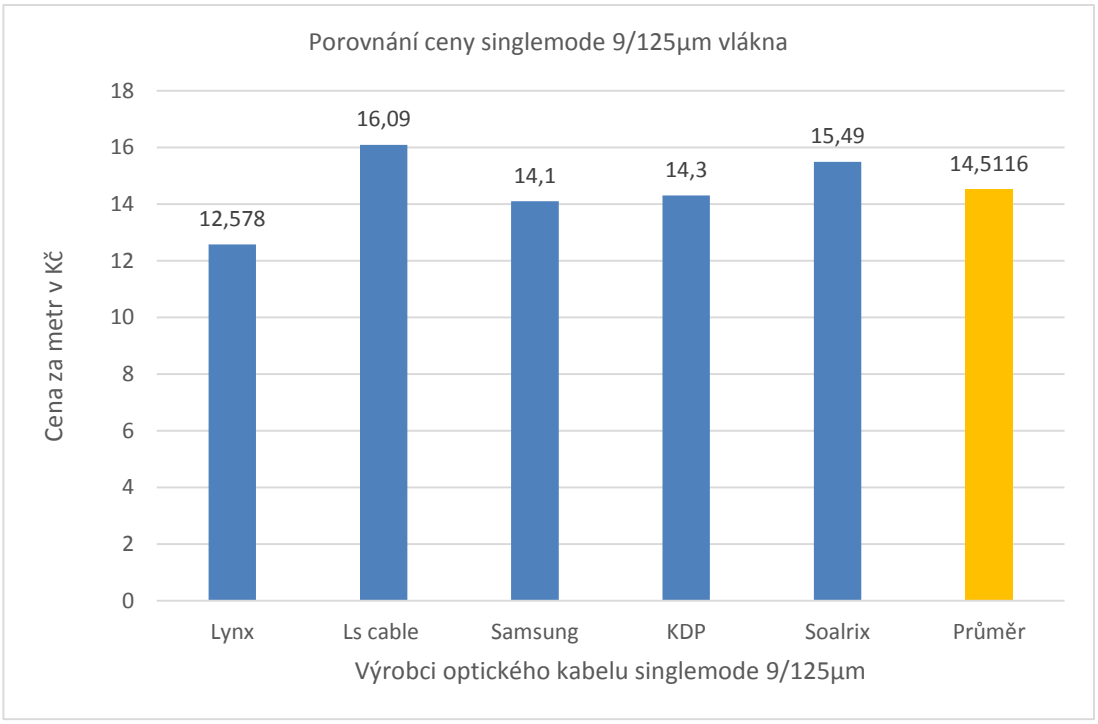
[Vlastní]

Tabulka 11 - Porovnání homeplug adaptérů



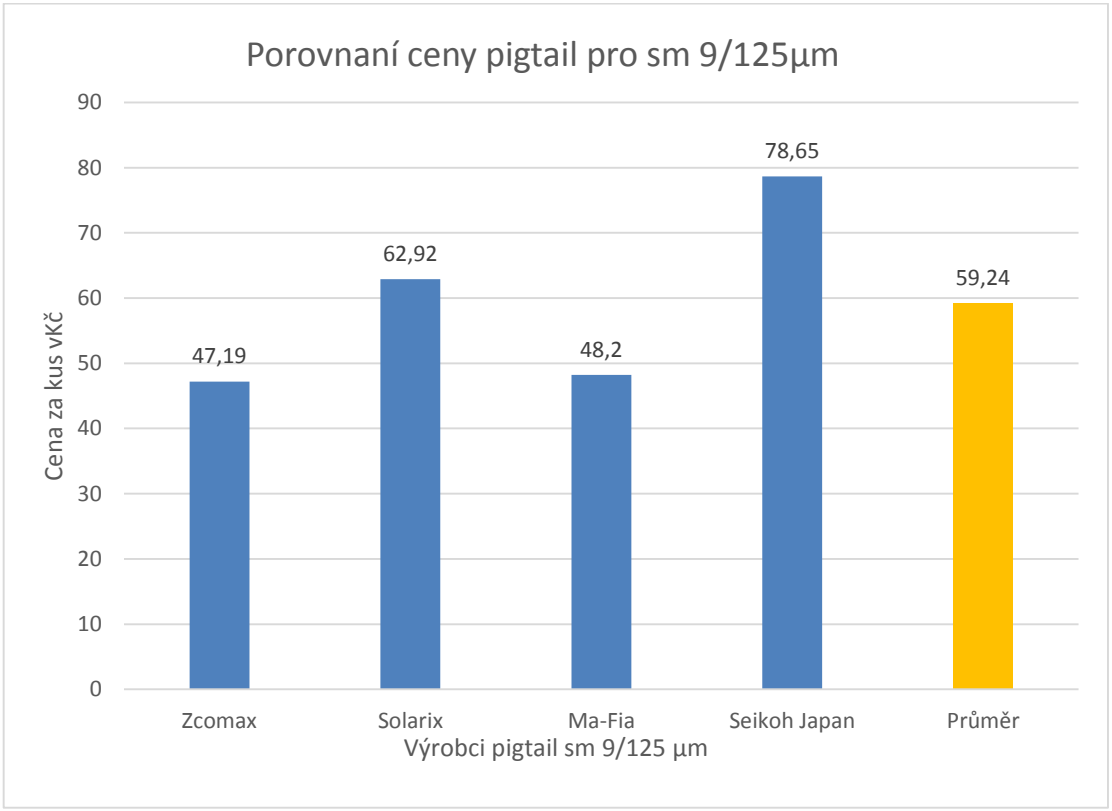
[Vlastní]

Tabulka 12 - Porovnání singlemode 9/125 µm



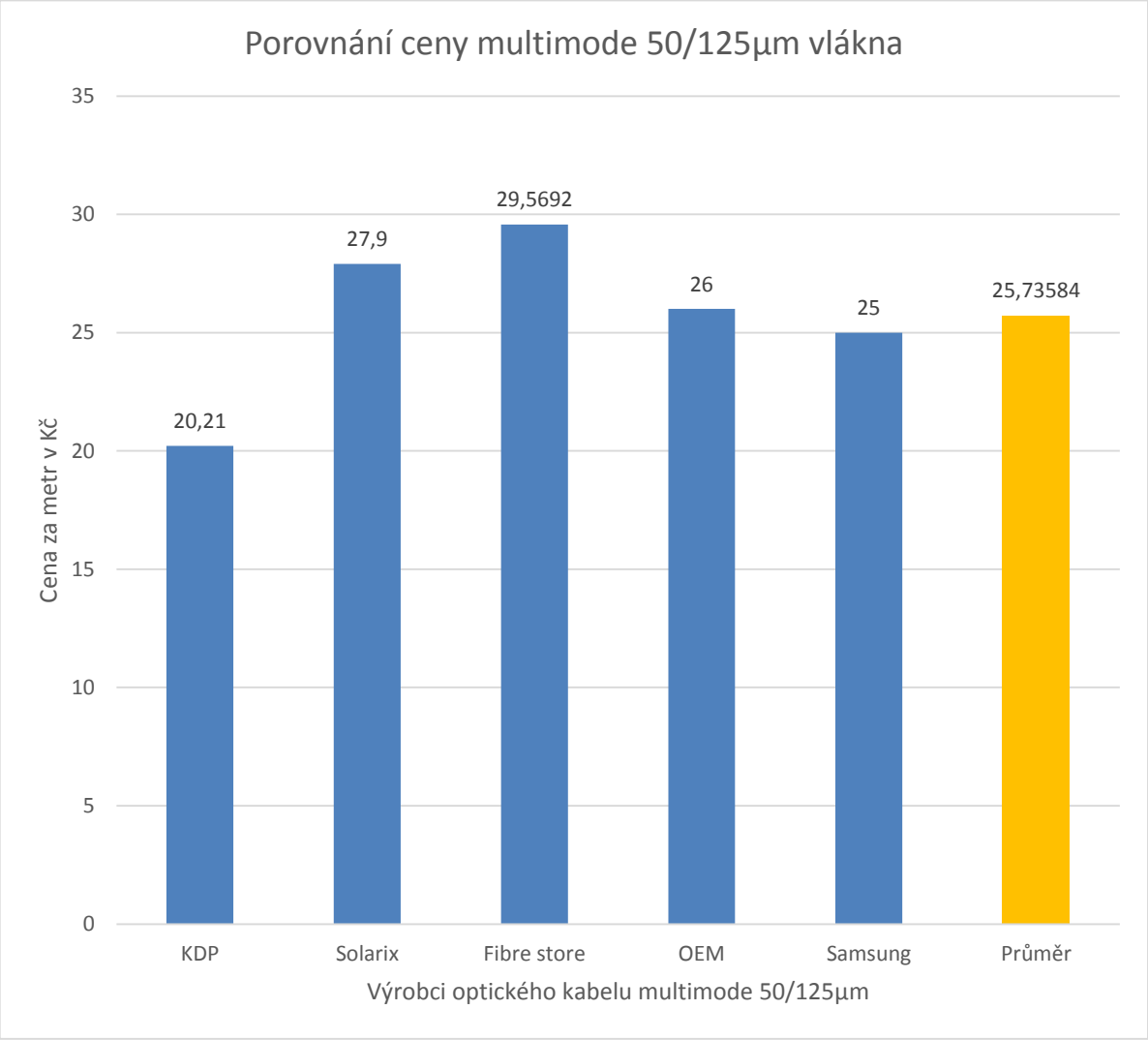
[Vlastní]

Tabulka 13 - Pigtail pro singlemode 9/125 µm



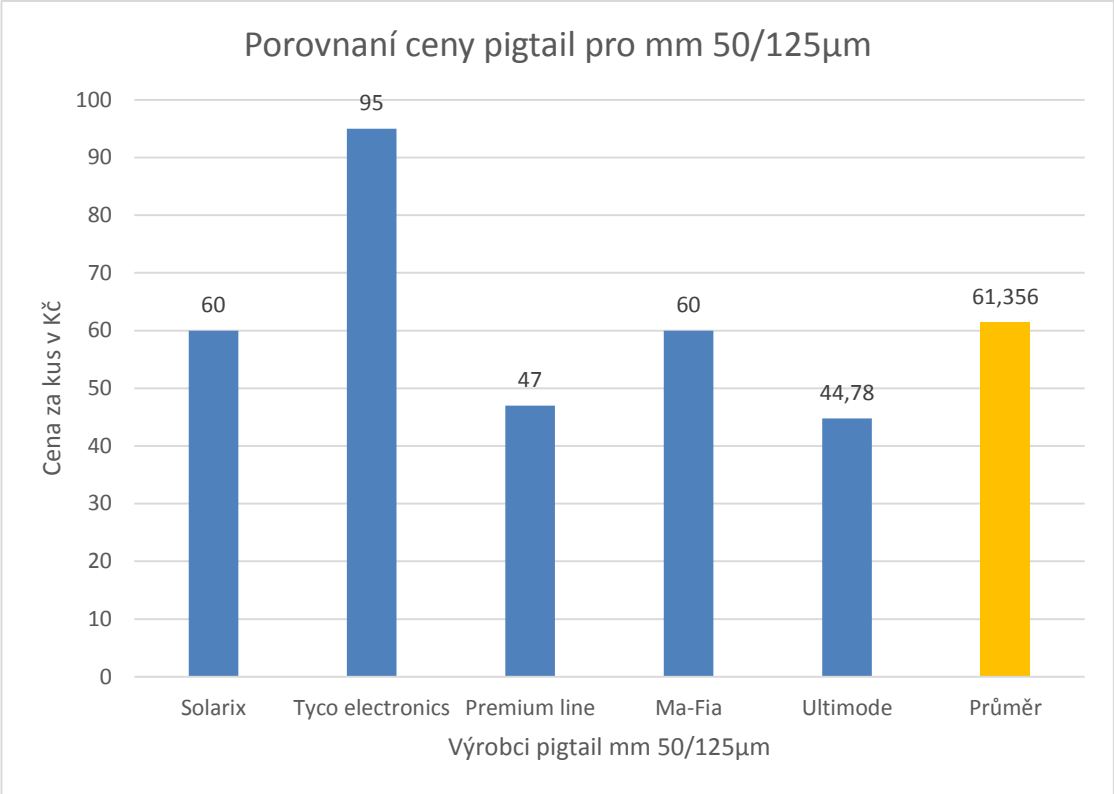
[Vlastní]

Tabulka 14 - Porovnání kabelu mm 50/125 µm



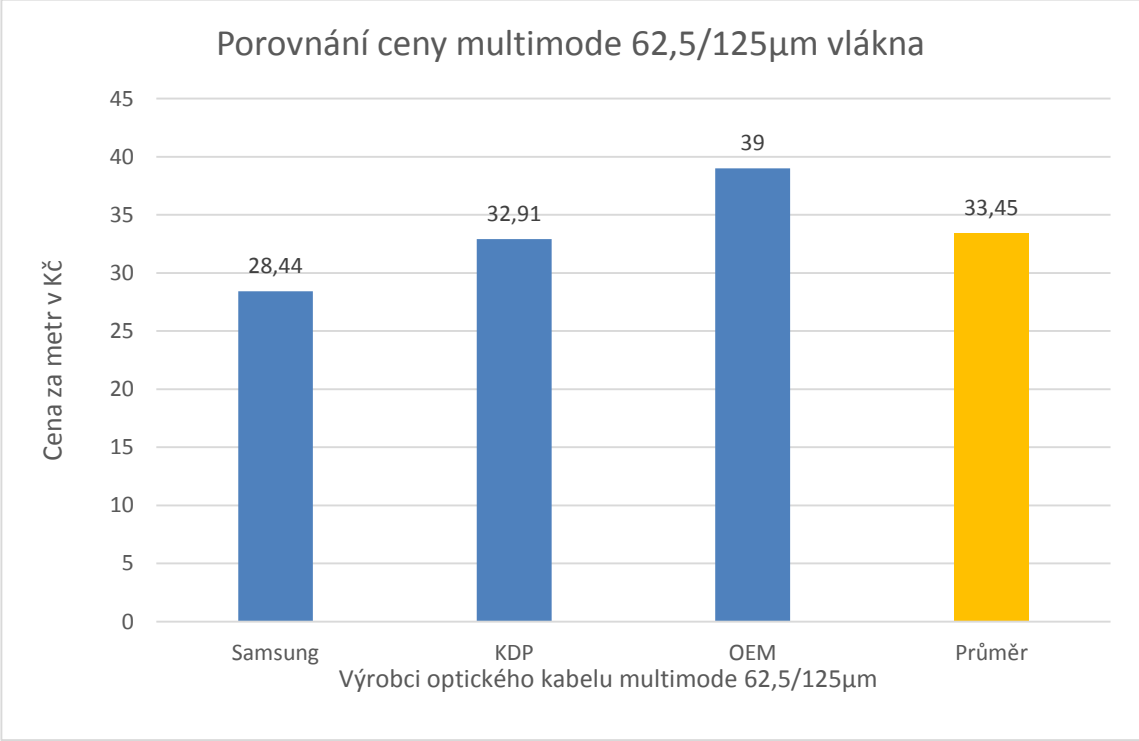
[Vlastní]

Tabulka 15 - Porovnání pigtail 50/125 µm



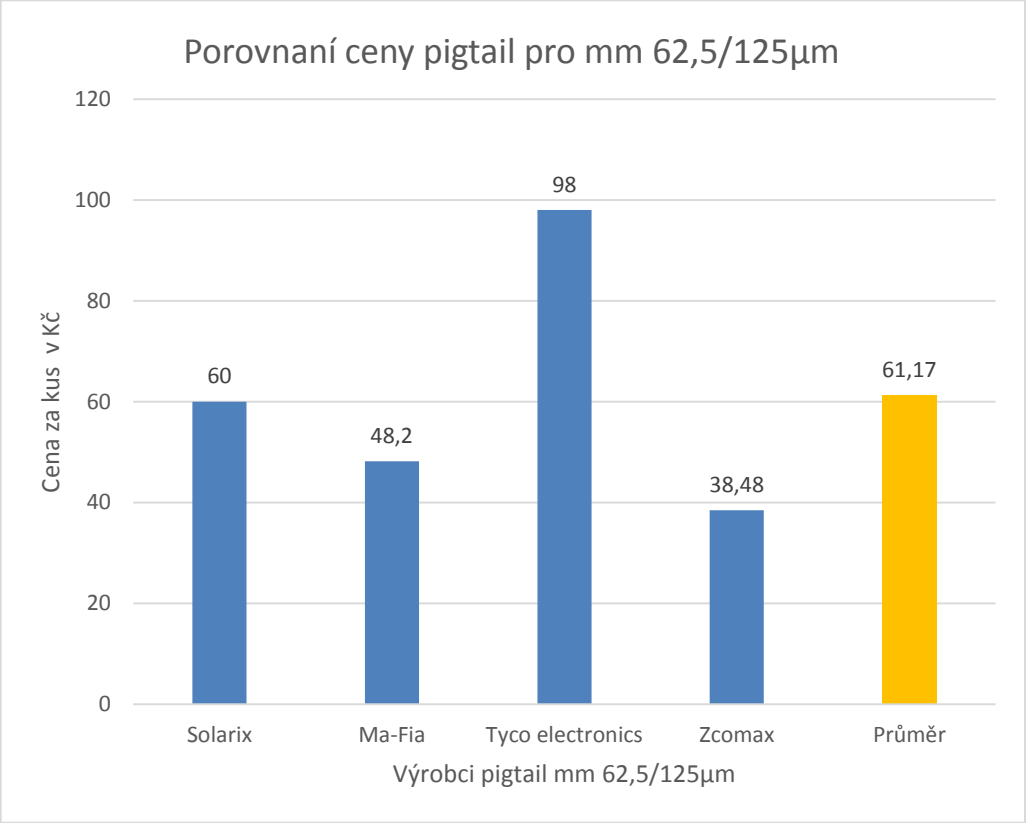
[Vlastní]

Tabulka 16- Porovnání vlákna 62,5/125 µm



[Vlastní]

Tabulka 17 - Porovnání pigtail 62,5/125 µm



[Vlastní]