



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

## ROZŠÍŘENÍ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ PRO STŘEDNÍ ŠKOLU

EXTENSION OF COMPUTER NETWORK FOR HIGH SCHOOL

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Luděk Bartes

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2016

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Bartes Luděk**

---

Manažerská informatika (6209R021)

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

**Rozšíření počítačové sítě pro střední školu**

v anglickém jazyce:

**Extension of Computer Network for High School**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska práce

Vlastní návrhy řešení

Závěr

Seznam použité

literatury Přílohy

Seznam odborné literatury:

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

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I.: Univerzální kabelážní systémy. 2. rozšířené vydání. Brno: Cerm, 2015. 352 s. ISBN 978-80-214-5115-5.

SCHATT, S. Počítačové sítě LAN od A do Z. Praha: Grada, 1994. 378 s. ISBN 80-85623-76-5.

TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vydání. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/2016.

L.S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
Ředitel ústavu

---

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

V Brně, dne 29.2.2016

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zaměřuje na rozšíření počítačové sítě pro střední školu a na návrh nové počítačové učebny. První část bakalářské práce obsahuje analýzu současného stavu. Tato analýza je zaměřena na odhalení nedostatků současné počítačové sítě. Druhá část zahrnuje teoretická východiska nutná pro porozumění problematice. Poslední část popisuje samotný návrh řešení pro rozšíření počítačové sítě.

## **Abstract**

The Bachelor's thesis focuses on extension of computer network for high school and to design new computer lab. The first part of the bachelor's thesis contains of the analysis of the current state. The analysis is focused on revealing weaknesses of the current network. The second part includes necessary informations for understanding the problematics. The last part describes the design solution for expanding network.

## **Klíčová slova**

počítačová síť, strukturovaná kabeláž, aktivní prvky, lokální síť, datový rozvaděč

## **Key words**

computer network, structured cable system, active components, local area network, data cabinet

## **Bibliografická citace**

BARTES, L. *Rozšíření počítačové sítě pro střední školu*. BRNO: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2016. 67s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

## **Čestné prohlášení**

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

V Brně dne 3. června 201

.....

Bartes Luděk

## **Poděkování**

Rád bych tímto způsobem poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D a panu Ing. Vilému Jordánovi za cenné rady a prospěšné konzultace. Také bych rád poděkoval panu Mgr. Pavlu Šarešovi za poskytnutí konzultací, které přispěly k analýze současnému stavu.

# OBSAH

ÚVOD .....	11
VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE .....	12
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	13
1.1 Informace o společnosti .....	13
1.2 Analýza budovy .....	13
1.2.1 Druhé patro .....	14
1.2.1 Třetí patro .....	14
1.3 Internetové připojení .....	15
1.4 Struktura sítě .....	15
1.5 Servery školy.....	17
1.6 Počítačová učebna 307 .....	18
1.6.1 Hardware učebny 307 .....	18
1.6.2 Software učebny 307 .....	18
1.7 Počítačová učebna 306 .....	19
1.7.1 Hardware.....	19
1.7.2 Software .....	20
1.8 Počítačová učebna 208.....	20
1.9 Ostatní počítače na škole.....	22
1.10 Požadavky investora.....	22
1.11 Závěr analýzy současného stavu .....	22
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	23
2.1 Počítačová síť .....	24
2.1.1 Druhy počítačové sítě podle rozsahu .....	24
2.1.2 Druhy počítačové sítě podle topologie .....	24
2.2 Referenční model ISO/OSI .....	26
2.2.1 Fyzická vrstva .....	27
2.2.2 Linková (spojová) vrstva .....	27
2.2.3 Síťová vrstva.....	27
2.2.4 Transportní vrstva .....	28
2.2.5 Relační vrstva .....	28
2.2.6 Prezentační vrstva .....	28
2.2.7 Aplikační vrstva .....	28
2.3 Architektura TCP/IP.....	28



2.4 Ethernet .....	29
2.5 Aktivní prvky sítě.....	29
2.5.1 Zesilovač, opakovač (repeater).....	30
2.5.2 Převodník (transceiver, media convertor).....	30
2.5.3 Rozbočovač (hub).....	30
2.5.4 Most (bridge) .....	31
2.5.5 Přepínač (switch) .....	31
2.5.6 Směrovač (router) .....	32
2.6 Kabely .....	32
2.6.1 Kroucený páry (twisted pair cable).....	33
2.6.2 Optické kabely .....	35
2.7 Kabelážní systémy .....	36
2.7.1 Normy .....	36
2.7.2 Sekce kabelážního systému .....	37
2.7.3 Značení prvků kabeláže .....	37
3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ.....	39
3.1 Odstranění nedostatků stávajících počítačových učeben .....	39
3.1.1 Počítačová učebna 208.....	39
3.1.2 Počítačová učebna 306.....	40
3.1.3 Počítačová učebna 307.....	41
3.2 Návrh na rozšíření sítě .....	41
3.2.1 Technologie .....	41
3.2.2 Návrh přípojných míst rozšířené sítě .....	41
3.2.3 Kabeláž rozšířené počítačové sítě.....	42
3.2.4 Prvky vedení kabeláže rozšířené počítačové sítě.....	43
3.2.5 Spojovací prvky .....	43
3.2.1 Značení kabeláže.....	43
3.2.2 Datové rozvaděče na třetím patře .....	44
3.2.3 Datové rozvaděče na druhém patře.....	45
3.2.4 Osazení patch panelů .....	45
3.2.1 Aktivní prvky .....	48
3.2.2 Návrh kabelové trasy .....	49
3.3 Návrh nové počítačové učebny .....	51
3.3.1 Návrh topologie sítě učebny 206 .....	51
3.3.2 Kabely v počítačové učebně 206 .....	51
3.3.3 Vedení kabeláže v počítačové učebně 206 .....	51
3.3.4 Datové zásuvky v učebně 206 .....	51
3.3.5 Detailní návrh tras v učebně 206 .....	52

3.3.6 Pracovní stanice v učebně 206.....	52
3.4 Ekonomické zhodnocení .....	54
4 ZÁVĚR.....	55
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	56
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	58
SEZNAM TABULEK .....	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	60
ZKRATKY .....	61

## ÚVOD

Srdcem školy, která nabízí vzdělání v oblastech IT technologii, je počítačová síť. Pro zajištění vysoké úrovně výuky musí být síť správně a dostatečně naddimenzovaná. Dalším důležitým faktorem je výkon počítačové sítě, který také přispívá k lepšímu vzdělávání studentů. Toto jsou všechno faktory, které by měly být zahrnuty při správné implementaci sítě.

Díky správně fungující a stabilní počítačové síti se mohou studenti připojit na celosvětovou síť internet a rozšiřovat svoje obzory do celého světa bez sebemenších potíží. Na internetu studenti můžou získávat podklady pro své školní práce, které můžou mezi sebou sdílet. Ke sdílení informací nemusí být nutně používaná síť internet, ve škole se hojně využívá i lokální síť.

Má práce se zaměří na rozšíření a inovaci počítačové sítě na střední škole, za účelem pozvednutí úrovně výuky, především díky odstranění současných nedostatků a rozšíření počtu přípojných míst. Studenti tak nebudou muset se dělit o počítačovou stanici, a každý bude pracovat individuálně.

## VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem mé práce bude vypracování návrhu pro modernizaci a rozšíření stávající počítačové sítě na střední škole, tak aby odpovídala požadavkům investora. Počítačová síť bude zavedena do všech kmenových tříd. Bude přidáno mnoho nových přípojných míst. Samotná stávající počítačová síť bude zanalyzována a podle výsledků analýzy budou odstraněny stávající nedostatky počítačové sítě.

Dalším bodem bude vytvoření nové počítačové učebny, kde se bude dbát na požadavky vedení školy. Při navrhování počítačové učebny a počítačové sítě, jako takové bude kladen důraz na používání nových technologií a budoucí rozvoj sítě.

V první části bude provedena analýza současného stavu, která bude zaměřena na zjištění aktuálních nedostatků sítě. Dalším bodem analýzy současného stavu je seznámení s požadavky investora.

Druhá část obsahuje teoretická východiska práce, ze kterých bude vycházet při návrhu vlastního řešení.

V poslední části se zaměřím na odstranění nedostatků v stávající počítačové síti. Navrhnou rozšíření počítačové sítě a vytvořím novou počítačovou učebnu. Při návrhu budu brát ohled na finanční náklady. Na konci návrhu vlastního řešení bude vytvořen rozpočet.

# 1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

## 1.1 Informace o společnosti

- název společnosti: STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA PODYJÍ s.r.o.
- sídlo společnosti: Jarošova 1335/14, 669 02 Znojmo
- právní forma: Společnost s ručením omezeným
- telefon: 515 224 167; e-mail: info@podyji.cz
- oficiální web: www.podyji.cz
- IČ: 255 19 395; IZO: 108 037 576

Střední odborná škola Podyjí s.r.o. je soukromá instituce. Jedná se o nejmladší střední školu ve Znojmě. Byla založena v roce 1994. Její první název byl Soukromá střední odborná škola stavební. Původním zřizovatelem byla stavební společnost L a V, s.r.o. V současné době je zřizovatelem školy společnost SOŠ Podyjí s.r.o., zastoupená jednatelkou Mgr. Jiřinou Lancouchovou. V roce 1997 byla škola připojena na počítačovou síť internet.

V aktuální době škola nabízí dva čtyřleté obory a to obor informační technologie - studijní obor 18-20-M/01 a obor stavebnictví - studijní obor 36-47-M/01. Oba obory probíhají v denní formě studia. Studenti po absolvování získají středoškolské vzdělání zakončené maturitní zkouškou. Ve škole je osm tříd a v každé je přibližně dvacet až pětadvacet studentů, škola má tedy přibližně 180 studentů a dále zaměstnává okolo dvaceti zaměstnanců.

Škola má také své partnery. Mezi partnery školy patří firma Heluz, Dřevoartikl a tiskárna Sládek. Škola je soukromá instituce. Studenti tedy platí školné a cena školného je 12000 Kč na rok.

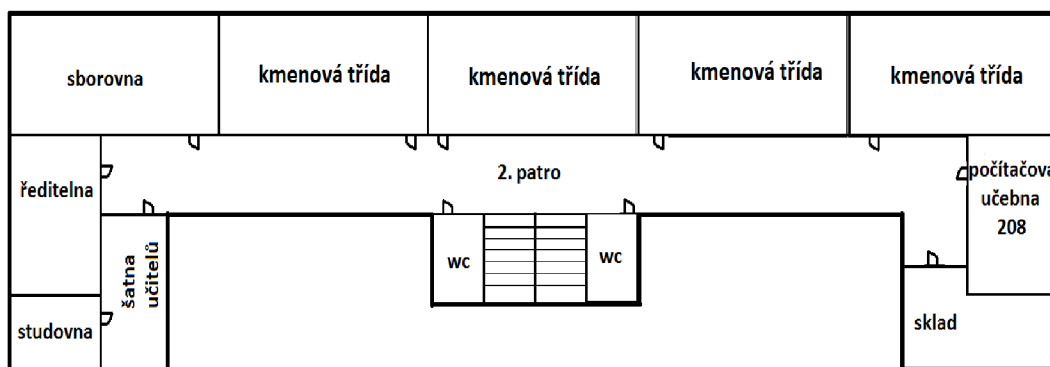
## 1.2 Analýza budovy

Budova pochází z šedesátých let a za svoji dobu prošla řadou úprav. Budova byla postavena za účelem ženské věznice. Původně měla sklepení a dvě podlažní patra. Obvodové zdi těchto dvou pater mají šířku místy i přes půl metru. Po zrušení věznice byla budova přestavěna na základní školu. K budově bylo přistavěno třetí patro.

V aktuální době škola využívá sklepení a druhé a třetí patro. V prvním patře má ekonomické zázemí firma Vinařství Lahofer. Ve sklepení mají studenti šatny. Proto bude v dalším textu podrobněji popsáno druhé a třetí patro.

### 1.2.1 Druhé patro

Na druhém patře se nachází jedna počítačová učebna č. 208, viz obrázek 1. Potom tu máme celkem čtyři kmenové třídy, sklad, sborovnu, ředitelnu a učitelskou šatnu a studovnu. Každá kmenová učebna má také jeden počítač. Další počítač se nachází v ředitelně a čtyři počítače mají ve studovně. I tady na patře jsou dvě toalety.

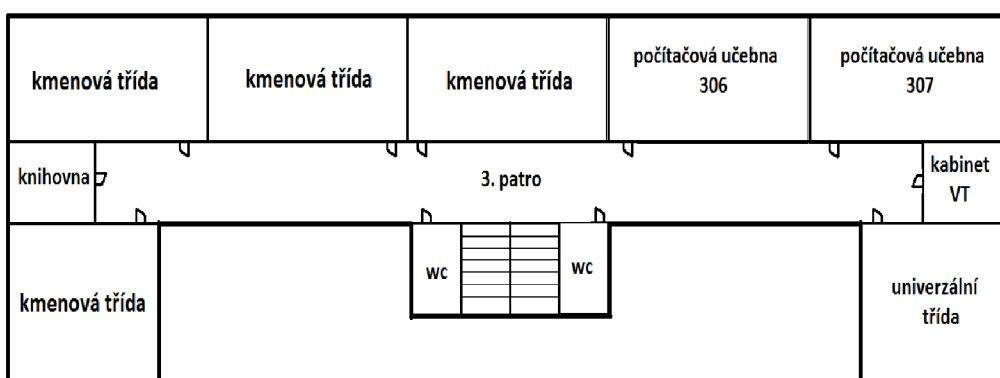


**Obrázek č. 1: 2. patro**

Zdroj: Vlastní zpracování

### 1.2.1 Třetí patro

Na třetím patře se nachází dvě počítačové učebny. Počítačová učebna č. 307 a počítačová učebna č. 306, ve které je racková skříň. Dále se na patře nachází čtyři kmenové třídy, ve kterých je vždy po jednom počítači. Poté tu najdeme jednu univerzální třídu, která se využívá podle potřeby. Na patře je knihovna a jeden kabinet výpočetní techniky. Samozřejmě tu jsou dvě toalety. Rozmístění učeben je zachyceno v obrázku č. 2.



**Obrázek č. 2: 3. patro**

Zdroj: Vlastní zpracování

### 1.3 Internetové připojení

Internetové připojení je řešeno bezdrátovým připojením. Je sjednáno licencované pásmo 10 GHz od společnosti PODA s rychlostí připojení 10 Mb/s bez agregace. Parabola Orcave 2013, která je umístěna na střeše budovy, přijímá signál z vysílače společnosti PODA. Tento signál je veden pomocí kabelu FTP Cat5e, který je připojen pomocí konektoru RJ-45 do přístupového bodu od společnosti PODA. Z přístupového bodu je signál veden pomocí UTP kabelu do směrovače školy. Kabel je připojen konektory RJ-45. Směrovač školy je klasický počítač, který běží pod operačním systémem Linux, aktuálně Fedora 15 ve 32 bitové verzi. Na tomto počítači běží web server školy a směrovač slouží ke směrování síťového provozu ze školní sítě do sítě poskytovatele. Počítač se nachází v učebně 306 a je umístěn na stole pod datovým rozvaděčem. Z tohoto počítače je veden kabel UTP Cat5e do datového rozvaděče a připojen pomocí konektoru RJ-45 do přepínače.

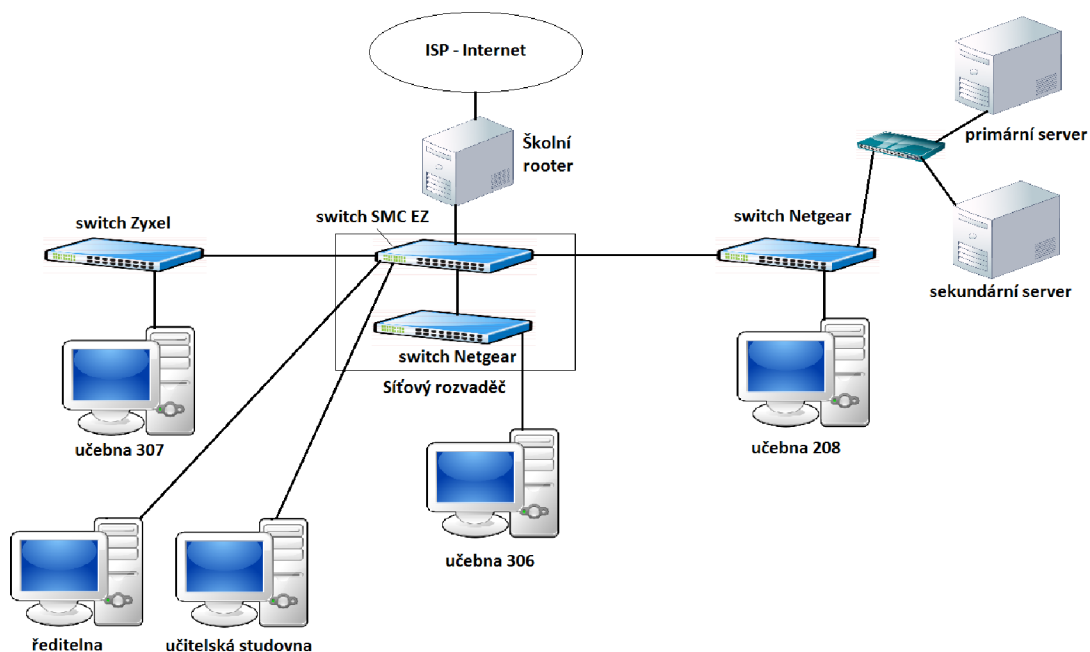
### 1.4 Struktura sítě

Celá síť zasahuje pouze do druhého a třetího patra, a její grafické znázornění zachycuje obrázek č. 3. Počítačová síť není dělena na podsítě a všechny počítače jsou zapojeny do domény Podyjí. IP adresy přiděluje DHCP server. Připojení k internetu je svedeno ze střechy do datového rozvaděče ve třetím patře v počítačové učebně 306. Datový rozvaděč je umístěna na zdi. Skříň obsahuje dva patch panely a dva přepínače.

Jedná se o jeden 24 portový přepínač značky Netgear a druhý je taky 24 portový značky SMC.

Jeden patch panel a přepínač slouží pro počítačovou učebnu 306. Další přepínač slouží pro počítače v ředitelně a počítače v učitelské studovně. Dále jsou k tomuto přepínači připojeny dva přepínače značky Netgear a SMC EZ. Každá z nich je 24 portový. Jeden přepínač je na počítačové učebně 307 a slouží výhradně pro ni. Druhý přepínač je v počítačové učebně 208, kde jsou připojeny počítače z této učebny. Navíc je na něm připojený malý čtyř-portový přepínač, na kterém je připojen primární a sekundární server.

Kabelový systém je založen na krouceném páru UTP kategorie 5e. Zakončeny jsou buď v datové zásuvce, nebo konektorem RJ-45. Kabely jsou vedeny na zdi u stropu a jsou vloženy do elektroinstalačních lišt tvaru „U“. Svod mezi podlažními je umístěn ve třetím poschodí v knihovně.



**Obrázek č. 3: Logické schéma struktury sítě**

Zdroj: Vlastní zpracování



## 1.5 Servery školy

Jádrem školní sítě jsou dva servery. Primární server běží v nonstop provozu a sekundární server je odstaven a zapojuje se jen v případě nouze. Vymezení jejich parametrů zachycuje tabulka č. 1.

Primární server byl pořízen v roce 2007. V aktuální době na něm běží operační systém Windows Server 2008 a jednotlivé počítačové stanice jsou zapojeny do domény Podyjí. Jedna ze služeb běžící na serveru je Active Directory, kde jsou vytvořené uživatelské účty, na kterých se aplikovala uživatelská práva (group policy). Každý student zde má vytvořený účet pro přístup do školní sítě a také zde má domovský adresář pro ukládání svých dat. Obdobný účet pro přístup do školní sítě a domovský adresář pro ukládání dat mají i učitelé. Velikost domovského adresáře pro studenty je stanovena na 250MB a u učitelů je velikost stanovena na 1GB. Primární server zajišťuje také služby DHCP a DNS. V serveru jsou dva 500GB pevné disky zapojené jako hotswap v RAIDovém poli v režimu mirroring.

Sekundární server pochází z roku 2004. Jedná se o počítačovou sestavu se třemi 120GB pevnými disky zapojenými do IDE řadiče na základní desce, který neumí RAIDové pole. Sekundární server slouží nyní jenom k ukládání archivačních dat a instalačních souborů. Na serveru není řešena záloha dat. Tento server není připojen do sítě a připojuje se jen tehdy, jsou-li zapotřebí data, která jsou na něm uložena.

	Primární server	Sekundární server
Procesor	Intel Xeon 3040, 1.86GHz	Intel Pentium 4, 1.8GHz
Operační paměť	1 GB DDR2 ECC	512 MB DDR1 nonECC
Pevné disky	2 x 500GB	3 x 120GB
RAID	RAID 1	
Operační systém	Windows Server 2008	Windows XP professional

**Tabulka č. 1: Parametry serverů**

Zdroj: Vlastní zpracování

## 1.6 Počítačová učebna 307

Počítačová učebna se nachází na třetím poschodí. Jedná se o nejnovější učebnu. Učebna slouží jak oboru stavebnictví, tak oboru informačních technologií. Učebna byla vytvořena v roce 2014. Nachází se zde 22 počítačů pro studenty a jeden učitelský. Jejich logické schéma zapojení zobrazuje obrázek č. 4.

Použitá síťová topologie je hvězda. Počítače jsou připojeny do datových zásuvek kabely UTP Cat5e typu lanko s použitými konektory RJ-45. U každého stolu je jedna datová zásuvka a tři napěťové zásuvky. Z datové zásuvky je veden kabel UTP Cat5e typu lanko v elektroinstalační liště. Tyto kabely jsou poté připojeny konektory RJ-45 do switchu Zyxel, který je položen na stole v rohu místnosti. Switch Zyxel je připojen pomocí kabelu UTP Cat5e typu lanko do switchu přes patch panel v rozvodové skříní konektory RJ-45. Učebna má vlastní jističe a proudový chránič.

### 1.6.1 Hardware učebny 307

Aktuální stav hardware je zapsán v tabulce č. 2:

Procesor	Intel Core i3-3250 Box (3.5GHz)
Operační paměť	4GB DDR3 – 13333 MHz Kingston 2GB DDR3 – 13333 MHz Kingston
Grafická karta	GIGABYTE 210 1GB
Pevný disk	HDD 500GB WD
Monitor	22“ LCD

Tabulka č. 2: Hardware v učebně 307

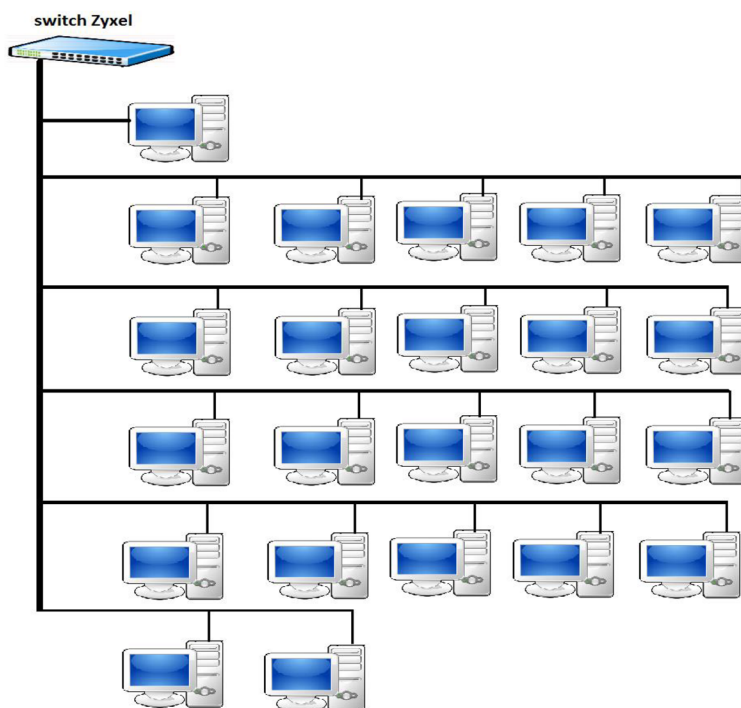
Zdroj: Vlastní zpracování

### 1.6.2 Software učebny 307

Počítače v učebně 307 běží na operačním systému Windows 7. Kancelářský balíček, který je na počítačích nainstalován, je Open office. Bezpečnost zajišťuje antivirový program Avast. Software, který využívají studenti je ArchiCAD, Netbeans, Pspad a Photoshop 3.

Studenti mohou k vyhledání potřebných informací využívat internetové prohlížeče Chrome a Firefox. Další možností sítě je sdílení souborů. Každý student má přidělené místo na sdíleném disku. Učitelé také využívají software na monitorování aktivity

studentů. Síť je využívána ve všech učebnách stejně. Hlavním nárokem na síť je, aby zvládla přenést pár desítek MB.



**Obrázek č. 4: Logické schéma učebny 307**

Zdroj: Vlastní zpracování

## 1.7 Počítačová učebna 306

Počítačová učebna je na třetím patře a obsahuje 22 počítačů pro studenty plus jeden učitelský. Učebna pochází z roku 2008. Počítače a kabeláž jsou zde uspořádány stejně jako v učebně 307 až na přepínač, který je zde umístěn v datovém rozvaděči, viz obrázek č. 5. Pro bezpečí učebny jsou zde namontovány vlastní jističe a proudový chránič.

### 1.7.1 Hardware

Aktuální stav hardware je zapsán v tabulce č. 3:

Procesor	Intel Core 2 Dou (2,3GHz)
Operační paměť	2GB
Grafická karta	NVIDIA 7600GT 256 MB
Pevný disk	HDD 80GB

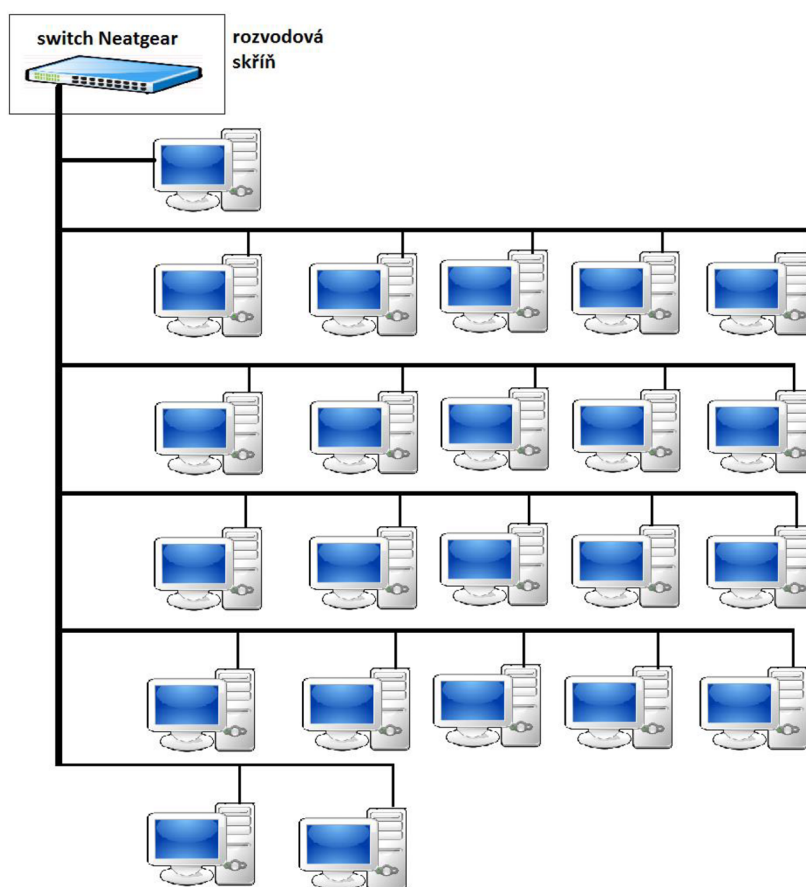
Monitor	17" LCD
---------	---------

**Tabulka č. 3: Hardware v učebně 306**

Zdroj: Vlastní zpracování

### 1.7.2 Software

Počítače v učebně 306 běží na operačním systému Windows XP. Také tady je kancelářský balíček Open Office. Antivirový program je Microsoft Essential security. Studenti v této učebně používají programy Netbeans, CorelDraw a Pspad.



**Obrázek č. 5: Logické schéma učebny 306**

Zdroj: Vlastní zpracování

## 1.8 Počítačová učebna 208

Jde o nejstarší počítačovou učebnu na škole. Počítačová učebna se nachází na druhém patře a v aktuální době se už moc nevyužívá. Hlavním důvodem, je nedostatek

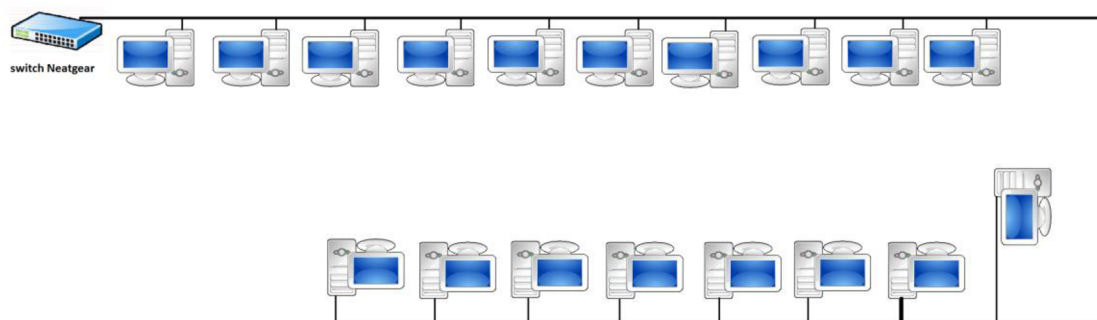
míst pro všechny studenty. V učebně se nachází 17 počítačů pro studenty. Jejich hardware je velmi zastaralý a pro dnešní dobu je nepoužitelný. Učebna v dnešní době nemá žádné využití. Hardware v učebně zachycuje tabulka č. 4.

Procesor	Intel Celeron D (2,4GHz)
Operační paměť	512 MB
Grafická karta	integrovaná
Pevný disk	HDD 40 GB
Monitor	17“ LCD

**Tabulka č. 4: Hardware v učebně 208**

Zdroj: Vlastní zpracování

V učebně je 18 počítačů. Použitá síťová topologie je hvězda. Počítače jsou připojeny do sítě přes zásuvku, pomocí kabelu UTP Cat5e typu lanko, která je umístěná za počítačem na zdi. Z těchto zásuvek je signál veden pomocí kabelu UTP Cat5e typu lanko do přepínače konektory RJ-45. Přepínač se nachází v rohu místnosti pověšen na zdi. Kabely jsou vedeny v elektroinstalačních lištách, které jsou připevněny na zeď nad stoly. Graficky je zapojení počítačů v učebně zobrazeno v obrázku č. 6.



**Obrázek č. 6: Logické schéma učebny 208**

Zdroj: Vlastní zpracování

## **1.9 Ostatní počítače na škole**

Počítače v ředitelně a učitelské studovně byly skládány a aktualizovány podle potřeb, takže jejich konfigurace se liší. Všechny však pracují na Windows 7 s antivirovým programem AVG a používají kancelářský balíček Open Office. Počítače v ředitelně a učitelské studovně používají sdílenou tiskárnu.

Počítače v kmenových třídách jsou všechny připojeny na dataprojektor. Jejich konfigurace je každá jiná. Hlavní činností je přehrávání prezentací.

## **1.10 Požadavky investora**

Hlavním požadavkem vedení školy je vytvoření počítačové učebny pro 22 studentů. Vedení školy klade také důraz na minimalizaci nákladů spojených s projektem. Dalším bodem tohoto požadavku je, aby výkon počítačových stanic byl alespoň shodný s výkonem počítačových stanic na učebně 307.

Vedení školy si také přeje zavést připojení k síti do každé kmenové třídy, kde se nachází počítačová stanice s dataprojektorem. Navrhoval jsem zavést bezdrátovou síť po celé škole, ale vedení školy bezdrátovou síť odmítlo. Mají obavy, že by se studenti připojovali i v hodinách a snižovalo by to úroveň výuky. Dalším záporem bezdrátové sítě je, že by docházelo k zahlcování sítě.

Samotné vedení školy si uvědomuje nízké zabezpečení některých síťových prvků a chtěly by tuto situaci také napravit.

## **1.11 Závěr analýzy současného stavu**

Počítačová síť na škole byla v průběhu vývoje neustále aktualizována, takže jde vidět, že některé prvky jsou zastaralé a některé zcela nové. Tím vznikly určité nedostatky. Například některé kabely nejsou vloženy do elektroinstalačních lišt, ale volně vyvedené ze zdi. Dalším nedostatkem je zabezpečení aktivních prvků, které jsou pouze položené na stole a má k nim přístup každý, především i studenti. Neustálým aktualizováním počítačové sítě nastal dále problém s tím, že většina kabelů není označena. V tabulce č. 5. uvedu aktuální počet přípojních míst a počet plánovaných přípojních míst.

Na závěr bych mohl říct, že stav sítě z pohledu zabezpečení je kritický, a ze strany výkonu je pro současné potřeby dostatečný.

Místnost	Číslo místnosti	Současný počet přípojných míst	Plánovaný počet přípojných míst
<b>Druhé patro</b>			
Učitelská studovna	201	6	8
Ředitelna	202	4	6
Kmenová třída	204	0	2
Kmenová třída	205	0	2
Nová pc. učebna	206	0	25
Kmenová třída	207	0	2
Pc. učebna 208	208	18	18
Místnost se serverem	209	2	6
<b>Třetí patro</b>			
Kmenová třída	301	0	2
Knihovna	302	0	4
Kmenová třída	303	0	2
Kmenová třída	304	0	2
Kmenová třída	305	0	2
Pc. učebna 306	306	23	25
Pc. učebna 307	307	23	23
Kabinet VT	308	0	4
Kmenová třída	309	0	2
<b>Celkový počet:</b>		76	135

Tabulka č. 5: Stávající a plánovaný počet přípojných míst

Zdroj: Vlastní zpracování

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

## 2.1 Počítačová síť

Počítačová síť vznikne propojením dvou a více počítačů kroucenými páry, optickým kabelem nebo bezdrátovou sítí. Za úspěšně vytvořenou počítačovou sítí lze považovat takovou soustavu, v níž spolu jednotlivé počítače komunikují a mohou sdílet své hardwarové a softwarové prostředky.

### 2.1.1 Druhy počítačové sítě podle rozsahu

Sítě můžeme dělit podle rozlehlosti. Máme tři základní skupiny.

**Sítě LAN** (Local area networks) – Jsou vázány na jedno lokální místo. Daným místem může být například firma, škola, budova nebo rodinný domek. Zajišťuje hlavně komunikaci a sdílení prostředků v daném místě. (2)

**Sítě WAN** (Wide area networks) – Velmi rozsáhlá síť, která se skládá z mnoha vzájemně propojených sítí LAN. Sítě jsou propojeny buď speciálními linkami, nebo bezdrátovou sítí. Jejich velikosti se liší. Propojuje sítě vzdálené desítky kilometrů. (2)

**Sítě MAN** (Metropolitan area networks) – Jedná se převážně o městskou síť. Je větší než síť LAN, ale menší než síť WAN. (2)

### 2.1.2 Druhy počítačové sítě podle topologie

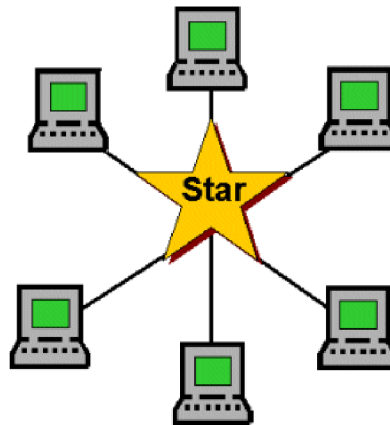
Existuje mnoho způsobů propojení LAN sítí, z čehož vyplývá, že existuje i mnoho jejich tvarů. Pro topologii ovšem není rozhodující druh přenosového media kroucené páry, optický kabel, nebo koaxiální kabely mohou být použity pro různé topologie sítí. (4)

**Topologie hvězda (Star)** – Je tvořena tak, že spojuje všechny zařízení do jednoho centrálního bodu, přes který prochází všechna komunikace. Centrálním prvkem může být koncentrátor, rozbočovač, nebo dnes především používaný prepínač. Jako základní propojovací prvek sítě se používají kroucené páry. Jedná se o nejpoužívanější topologii sítí v současnosti, její grafické znázornění zachycuje obrázek č. 7. (5, 2)

Výhodou je nízká chybovost. V případě, že dojde k chybě, přestane fungovat stanice, u které k chybě došlo bez vlivu na zbytek sítě. Problém nastává v případě



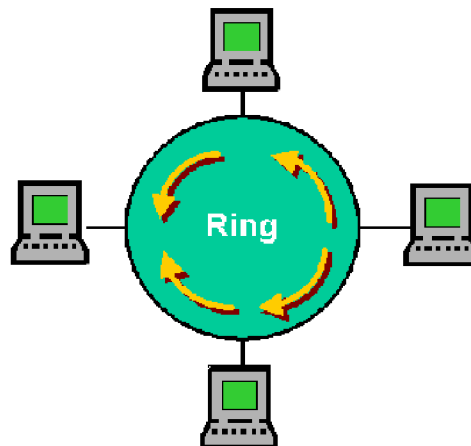
poruchy centrálního uzlu. Jestli dojde k této chybě, přestane fungovat celá síť a centrální prvek vyžaduje výměnu. (2)



**Obrázek č. 7: Topologie hvězda**

Zdroj: [6]

**Topologie Kruh (Ring)** – Síťové uzly jsou zapojeny do kruhu pomocí kabelových segmentů, po kterém tečou veškeré informace v jednom směru. Datové pakety jsou posílány od síťového uzlu k dalšímu, do té doby dokud nedorazí k cílové stanici, která data přijme. Kruhová topologie je znázorněna na obrázku č. 8. (2)

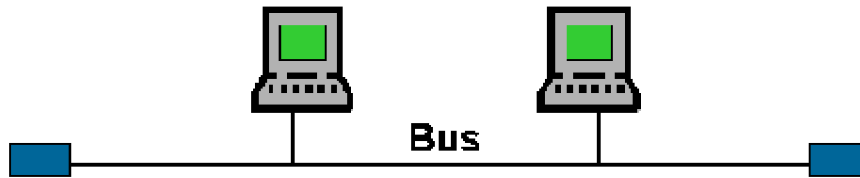


**Obrázek č. 8: Topologie kruh**

Zdroj: [6]

**Topologie Sběrnice (Bus)** – Stanice jsou v této topologii spojovány vedením kabelu od stanice ke stanici. Každá stanice je připojena t-konektorem. V této topologii

se převážně používá koaxiální kabel. Výhodou je nízká spotřeba kabelů. Ovšem kvůli častému spojování kabelů, se zvyšuje její poruchovost. Zapojení znázorňuje obrázek č. 9. (2)



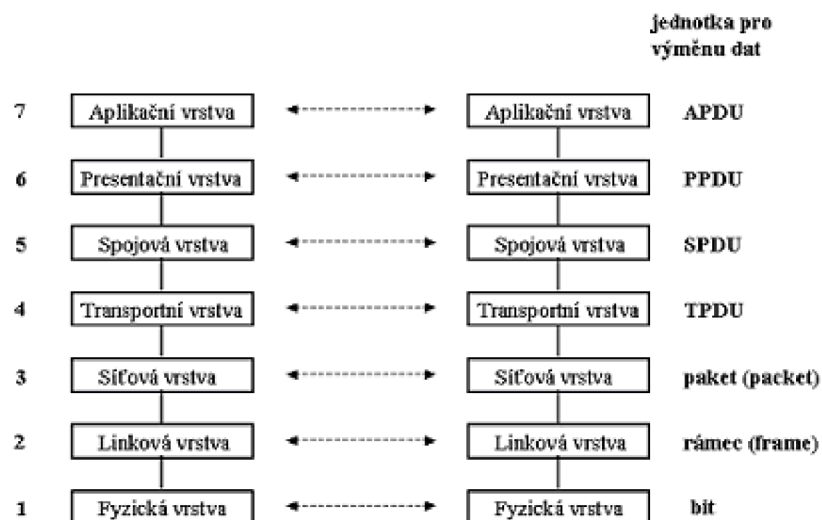
**Obrázek č. 9: Topologie sběrnice**

Zdroj: [6]

## **2.2 Referenční model ISO/OSI**

Referenční model ISO/OSI vznikl ve snaze vytvoření jednoznačných pravidel a struktury komunikace tak, aby koncová zařízení vyrobená různými výrobci spolu navzájem komunikovaly. Různé počítače vzájemně propojené do sítě, musí vědět, v jaké podobě budou přijímat a odesílat informace. Tohoto úkolu se ujala Mezinárodní normalizační organizace (*International Organization for Standardization, ISO*) a vytvořila referenční model OSI a přijala jej jako mezinárodní normu IS 7498 v roce 1984. (4, 7)

Referenční model OSI se skládá ze sedmi vrstev, viz obrázek č. 10. Každá vrstva má jasně definované funkce potřebné ke komunikaci s jiným systémem. Pro své potřeby využívá nižší vrstvy a sama své služby nabízí vyšší vrstvě. Nejnižší dvě vrstvy se mohou implementovat v hardwaru i softwaru, ale od třetí vrstvy a výše se obvykle implementují pouze v softwaru. (4, 7)



Obrázek č. 10: Model ISO/OSI

Zdroj: [8]

### 2.2.1 Fyzická vrstva

Vrstva, která jako jediná zajišťuje fyzickou komunikaci dat mezi systémy. Fyzická vrstva se zabývá vytvářením spojení, časovou přesností a pravidly týkající se technického vybavení pro přenos dat. Popisuje elektrické, optické, mechanické a funkční vlastnosti. Zabývá se jakým signálem je poslána bitová jednička, jak je rozeznán začátek bitu v přijímací stanici, také jaký typ má konektor a další. (2, 4)

### 2.2.2 Linková (spojová) vrstva

Linková vrstva se už nezabývá bity, ale datovými rámci, která obsahují data a řídicí informace. Hlavními funkcemi linkové vrstvy je zahajování, udržování a uzavírání vytvořeného spojení. Další funkce, které zajišťuje, je formátování rámců, rozpoznání koncových bodů spojení a řazení přenášených rámců. Také se stará o vzniklé chyby a informuje o nich síťovou vrstvou. Linková vrstva pracuje s adresami síťových karet. (4, 7)

### 2.2.3 Síťová vrstva

Hlavní prioritou síťové vrstvy je směrování mezi dvěma či více počítači, nebo celými sítěmi, které mezi sebou nemají přímé spojení. Vrstva hledá vhodnou trasu mezi těmito sítěmi za pomoci síťové adresace a globální adresy. (2, 7)

### 2.2.4 Transportní vrstva

Transportní vrstva slouží k poskytování přenosových služeb své bezprostředně vyšší vrstvě. Transportní vrstva také umožňuje rozpoznávat chyby a zotavovat se z nich. Další funkcí je multiplex zpráv a řízení toku zpráv. (2, 4)

### 2.2.5 Relační vrstva

Relační vrstva je první vrstvou, která navazuje spojení a po skončení přenosu také ukončuje spojení. Stará se o řízení sítě a bezpečnost přístupu. Zabývá se rozpoznáváním hesel a procedurami pro přihlašování a odhlašování. (2, 4)

### 2.2.6 Prezentací vrstva

Z důvodu existence různých sítí a různých druhů kódování, je nezbytné využití vrstvy, která by data konverzovala. Konverzi dat zajišťuje právě prezentací vrstva. Dalšími funkcemi vrstvy je komprimace dat a šifrování dat. (2)

### 2.2.7 Aplikační vrstva

Aplikační vrstva je aplikace, která nabízí služby uživatelům sítě. Mezi její služby patří například přístup k souborům, přístup k tiskárnám. Dále zahrnuje elektronickou poštu, nebo řízení databází a další. (2, 4)

## 2.3 Architektura TCP/IP

Model TCP/IP je druhý nejznámější model vrstveného síťového zásobníku. Existují tři protokoly pro formát přenosu dat v modelu TCP/IP. První z nich je protokol TCP, který se stará o založení a fungování spojení mezi systémy na internetu. Druhý je protokol UDP, který popisuje nespojovou komunikaci. Dalším protokolem je protokol IP, který definuje formát paketů při přenosu sítí. (13)

Referenční model TCP/IP se skládá ze čtyř vrstev. Všechny protokoly, které TCP/IP obsahuje, se nachází ve třech horních vrstvách (14). Jednotlivé vrstvy jsou popsány v tabulce č. 6.

Vrstva	Popis	Protokoly
<b>Aplikační vrstva</b>	Obsahuje protokoly nejpoužívanějších služeb a definuje způsob spolupráce hostitelských programů se službami přenosové vrstvy.	HTTP, FTP, Telnet, DNS
<b>Transportní</b>	Stará se o správu komunikačních relací mezi	TCP, UDP,

<b>vrstva</b>	hostitelskými počítači, vytváří spojení a směřuje datový tok k příslušným aplikacím.	RTP
<b>IP vrstva</b>	Vkládá data obsahující informace o cílové a zdrojové adrese do IP datagramů a provádí směrování datagramů IP.	IP, ICMP, ARP, RARP
<b>Vrstva přístupu síťového rozhraní</b>	Závisí na typu sítě a je různá pro Ethernet, ATM a další. Definiuje fyzický přenos dat po síti, včetně jeho převodu na elektrické signály používané hardwarovými zařízeními.	Ethernet, Token Ring, FDDI

**Tabulka č. 6: Vrstvy v architektuře TCP/IP**

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [14]

## 2.4 Ethernet

Ethernet je nejrozšířenější standard v sítích LAN a byl vyvinut firmami Dec, Intel a Xerox pro přenosovou rychlost 10Mb/s. Mezi hlavní znaky Ethernetu patří kolizní přístupová metoda CSMA/CD. V modelu ISO/OSI reprezentuje fyzickou a linkovou vrstvu a lze jí použít pro různé topologie a kabely. Ethernet se rozlišuje dle různých specifikací:

- **Ethernet (pro rychlost 10 MB/s)** – v případě normy 10 Base jde o rychlost, která se dnes již nepoužívá. Jedná se o varianty 10BASE-5, 10BASE-2 a další. Pracuje s koaxialním kabelem, kroucenými páry a optickým kabelem
- **Fast Ethernet (pro rychlost 100 MB/s)**- je nejrozšířenější normou odpovídající doporučení IEEE 802.3. Lze ho použít s kroucenými páry a optickým kabelem. Fast Ethernet definujeme ve třech variantách: 100BASE-TX, 100BASE-FX a 100BASE-T4. (2,7)

Dále existují varianty Gigabitový Ethernet pro rychlost 1000 MB/s a 10GB Ethernet.

## 2.5 Aktivní prvky sítě

Aktivní prvky sítě jsou komponenty pro přenos informací mezi dalšími částmi sítě. Hlavním úkolem aktivního prvku je převzetí informace od kabelového segmentu a její zaslání pomocí dalšího kabelového segmentu k cíli. Dílčí úkoly aktivních prvků jsou

například: výběr trasy, kontrola správnosti paketů, nebo rozhodnutí do které části sítě paket patří. (2)

Aktivní prvky se liší podle vrstvy architektury ISO/OSI, na níž se následná komunikace provádí. Podíl aktivních prvků na jednotlivých vrstvách je znázorněn v tabulce č. 7.

Název vrstvy	Název aktivních prvků
Fyzická vrstva	zesilovač, převodník, hub
Linková vrstva	most, switch
Síťová vrstva	routery
Transportní vrstva	
Relační vrstva	
Prezentační vrstva	
Aplikační vrstva	brána

Tabulka č. 7: Aktivní prvky v síťové architektuře

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 2.5.1 Zesilovač, opakovač (repeater)

Pracuje na fyzické vrstvě ISO/OSI modelu. Opakovač nerozlišuje jednotlivé síťové uzly, jedná se o jednoduchý zesilovač, který převezme signál od jednoho síťového uzlu a předá ho jinému síťovému uzlu. Hlavní funkcí opakovače je zvětšování dosahu sítě. (1)

#### 2.5.2 Převodník (transceiver, media convertor)

Hlavní funkcí je převod z jednoho druhu kabelu na jiný. Například z kroucených párů na optický kabel. Převodník také zesiluje signál. (2)

#### 2.5.3 Rozbočovač (hub)

Rozbočovač funguje na stejném principu jako opakovač, ale s tím rozdílem, že rozbočovač má mnohem víc portů oproti opakovači. Rozbočovače pouze rozvádí signál do všech svých portů a zesiluje signál. Místo rozbočovače se dnes používá přepínač, protože pracuje rychleji a umí zároveň posílat a přijímat data. (1)

Rozbočovače lze dělit na aktivní a pasivní. Aktivní rozbočovač má napájecí zdroj, a umožňuje jak rozdělení signálu tak zesílení signálu. Pasivní rozbočovač slouží pouze k rozdělení signálu na všechny porty.(1)

#### 2.5.4 Most (bridge)

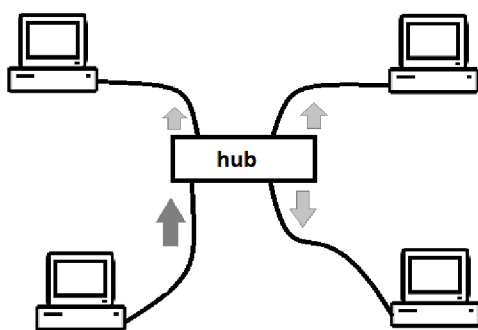
Most je jedno z nejstarších propojovacích zařízení, které mezi sebou propojuje síť a podsítě. Jednou z hlavních výhod mostu je, že snižuje zahlcení sítě. Snižování zahlcení sítě se děje na základě filtrování paketů. Most obdrží paket, přečte jeho cílovou adresu a za pomoci MAC adresy pošle paket do správné sítě k cíli. Most pracuje na druhé vrstvě ISO/OSI modelu. (2, 7)

#### 2.5.5 Přepínač (switch)

V dnešních sítích s topologií hvězdy najdeme v centru přepínač místo rozbočovače. Rozdíl mezi přepínačem a rozbočovačem je v tom, že rozbočovač posílá informace na všechny porty, kdežto přepínač posílá informace pouze na port s cílovou stanicí. Můžeme také zjednodušeně říct, že přepínač je něco jako most s více porty. (1, 2, 7)

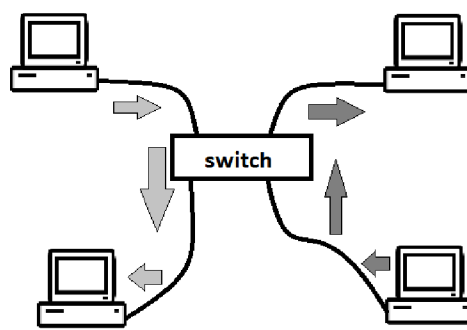
Stejně jako most, tak i přepínač posílá rámce na základě MAC adresy. Tyto adresy se určí tak, že při příchodu rámce do přepínače si zapamatuje, odkud rámec přišel a jaká je adresa odesílajícího uzlu a zapíše si ji do tabulky adres spolu s časem. Komunikace probíhá následovně: síťová stanice pošle rámec do přepínače. Přepínač si otevře rámec a zjistí MAC adresu. Zjištěnou MAC adresu porovná s údaji ve své tabulce. Pokud najde shodu, vytvoří virtuální kanál mezi danými stanicemi a pošle rámec na daný port k cílové stanici. Jestli shodu nenajde, musí poslat rámec na všechny porty. (1, 7)

Výhodou je, že nedochází k zahlcování sítě a tím ke snižování rychlosti sítě. V obrázku č. 11 je zachycen rozdíl mezi sítí s rozbočovačem a sítí s přepínačem.



Obrázek č. 11: Síť s rozbočovačem

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek č. 12: Síť s přepínačem

Zdroj: Vlastní zpracování

### 2.5.6 Směrovač (router)

Směrovač pracuje na síťové vrstvě. Oproti přepínači nepracuje s fyzickými adresami, ale se síťovými adresami. Směrování funguje na základě směrovací adresy uložené v paketu a směrovací tabulky. Ta obsahuje záznamy o dostupných sítích, o portech směrovače, a také metriku neboli délku dané cesty. Směrovací tabulka je založena na logickém uspořádání sítě. (7)

Jednou z funkcí směrovače, je kontrola životnosti paketu (Time to live, TTL). Směrovač zkontroluje daný paket, a jestliže jeho životnost skončila, tak paket zničí. Tím se zabrání přehlcování sítě zbloudilými pakety. Typické použití směrovače je pro připojení k síti internet. (2, 7)

## 2.6 Kabely

Dříve než bude popsána problematika jednotlivých kabelů, budou stručně zmíněna přenosová media.

- metalické kabely – základem je měděný vodič, na kterém se přenáší elektrické signály,
- optické kabely – přenáší se v nich světelné impulsy, ve kterých jsou zakódované data. (2)



### 2.6.1 Kroucený páry (twisted pair cable)

Kroucené páry jsou nejpoužívanější kabely v současných sítích. Jsou odvozeny z telefonního kabelu. Jejich výhodou jsou nízké náklady, snadná instalace a nabízejí velmi dobrý výkon. (2, 5)

Kroucené páry rozdělujeme do několika kategorií podle elektrických a mechanických vlastností. Kategorie jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Kategorie	Šířka pásma	Konektor	Použití
<b>Kategorie 5</b>	100 MHz	RJ - 45	Původně navrženo pro 100Mbps. Možno využít i pro 1Gbps.
<b>Kategorie 5e</b>	100 MHz	RJ - 45	Nejvíce používáno pro 1Gbps. Využívá všechny čtyři páry.
<b>Kategorie 6</b>	250 MHz	RJ - 45	Využíváno pro 1Gbps s přechodem na 10Gbps.
<b>Kategorie 7</b>	1200 MHz	GC45, TERA	Určeno pro 10Gbps.

**Tabulka č. 8: Typy kategorií kroucených párů**

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [2]

**Stavba kabelu** – kroucené páry se skládají ze čtyř kroucených párů, které jsou spolu zkrouceny. Takto zkroucené páry jsou vloženy do vnějšího obalu. Pro práci bude dostačující následující rozlišení základních druhů kroucených párů, které jsou pro lepší představu zachyceny v obrázku č. 13. Základní druhy kroucených párů jsou:

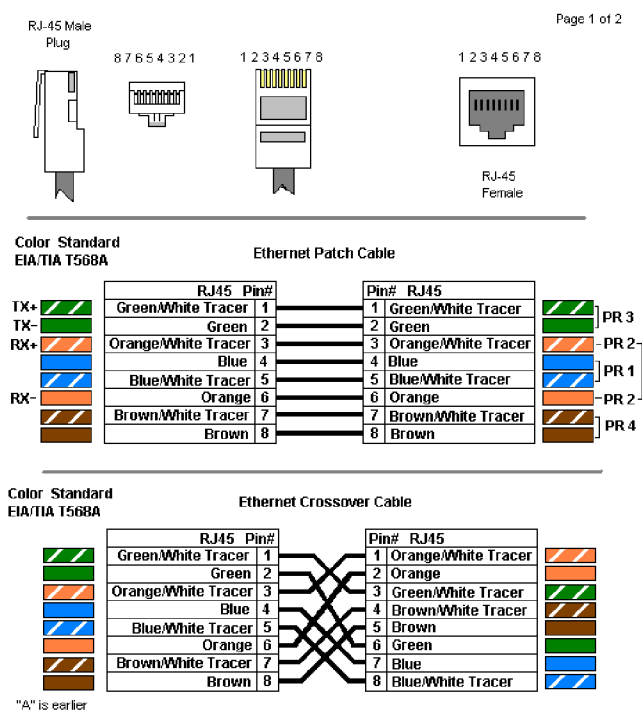
- Nestíněné kroucené páry UTP (Unshielded Twisted Pair) – Kabel nemá žádné stínění, zkroucené páry jsou vloženy do vnějšího obalu. (2)
- Stíněné kroucené páry – Rozeznáváme dva druhy STP a FTP. STP má celý kabel stíněný kovovým opletením, díky kterému lépe odolává okolním vlivům. FTP je podobný jako STP, ale stínění je zde realizováno folií. (2)



Obrázek č. 13: UTP, FTP, STP

Zdroj: [9]

Všechny vodiče jsou zakončeny v konektoru RJ-45. Každý vodič má svoji specifickou barvu. Barvy jsou oranžová, modrá, zelená a hnědá. Každá barva tvoří jeden pár, přičemž jeden vodič je celobarevný a druhý má barvu na půl v kombinaci s bílou barvou. Barevné značení vychází z norem TIA/EIA 568-A a TIA/EIA 568-B. Na obrázku č. 14 je možné vidět způsob přímého a kříženého zapojení. (2)

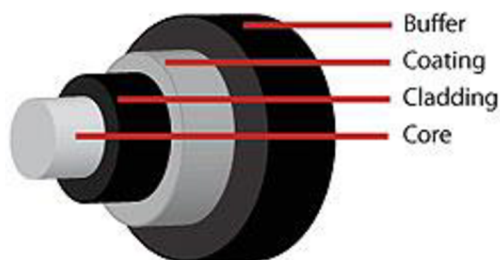


Obrázek č. 14: Přímé a křížené zapojení

Zdroj: [10]

### 2.6.2 Optické kabely

Optický kabel nepřenáší elektrické impulsy, ale světelné signály za pomoci světlovodivých vláken. Základní stavbu kabelu tvoří optické vlákno, které je vloženo do sekundární vrstvy. Sekundární vrstva brání mikro a makro ohybům, aby optické vlákno nepopraskalo. Sekundární vrstva je vložena do konstrukční vrstvy. Která následně zvyšuje pevnost celého kabelu. Vše je pak zabaleno do vnějšího obalu. Řez kabelem můžete vidět na obrázku č. 15. (2)

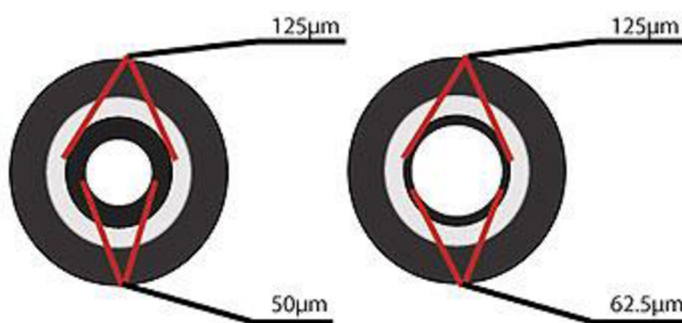


Obrázek č. 15: Řez optickým kabelem

Zdroj: [11]

Rozeznáváme dva typy optických kabelů:

Mnohovidové (MMF – Multi Mode Fiber) – Jedná se o levnější verzi optického kabelu, což se projevuje na optických vlastnostech kabelu. Zdrojem světla v těchto kabelech je LED dioda. Při přenášení je paprsek rozdělen na několik vidů, které jsou poté složeny zase dohromady. Délka, na kterou je možné paprsek posílat je v rámci stovek metrů. Na obrázku č. 16 lze vidět velikost vlákna kabelu. (2)

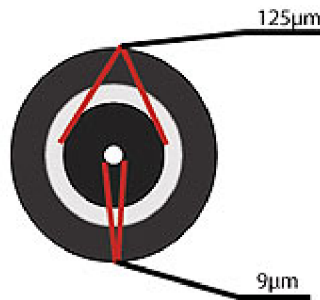


Obrázek č. 16: Velikosti mnohovidového optického kabelu

Zdroj: [11]

Jednovidové (SMF – Single Mode Fiber) – Jsou dražší než mnohovidové. Jako zdroj světla se používá laser a paprsek není rozdělen na několik vidů, ale je pouze jeden

vid. Díky tomu může být paprsek poslán na vzdálenosti desítek kilometrů. Jednovidové kabely mají také vyšší přenosovou kapacitu. Na obrázku č. 17 je možné vidět velikost vlákna kabelu. (2)



Obrázek č. 17: Velikosti jednovidového optického kabelu

Zdroj: [11]

Optické kabely jsou zakončeny normovanou koncovkou. Mezi základní koncovky patří kulatý konektor ST, a hranatý konektor SC.

## 2.7 Kabelážní systémy

Kabelážní systémy můžeme rozdělit do následujících skupin:

- Jednouúčelové – jedná se o kabeláže, které jsou aplikačně založené. Například koaxiálové počítačové sítě, TV/R rozvody, telefonní rozvody, DeviceNet atd. (3)
- Univerzální – kabelážní systémy, které jsou určeny pro větší aplikační množinu. Aktuální kabeláž datových komunikačních systému je nazývána strukturovanou kabeláží, nebo multimedialní strukturovanou kabeláží. (3)

### 2.7.1 Normy

Základní členění norem je na mezinárodní normy, které se dále člení na normy americké a evropské. Evropské se mohou dále členit na normy národní. (3)

Základní evropskou normou pro kabelážní systémy je norma ČSN EN 50173-1. Jedná se o normu, která specifikuje všeobecná pravidla pro návrh a realizaci univerzální kabeláže. (12)

Mezinárodní normy

- ISO IEC IS 11801 – univerzální kabelážní systémy (3).

### Americké normy

- TIA/EIA 568A,B,C – univerzální kabelové systémy (definice pojmů, prvků, parametrů),
- TIA/EIA – 569A,B,C – instalace kabelových rozvodů (3).

### Evropské normy

- ČSN EN 50173-2 – universální kabelážní systémy – kancelářské prostory,
- ČSN EN 50174-1 – instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kvalit,
- ČSN EN 50174-2 – instalace kabelových rozvodů – Plánování a postupy instalace v budovách,
- ČSN EN 50174-3 – instalace kabelových rozvodů – projektová příprava a výstavba vně budov (3).

#### 2.7.2 Sekce kabelážního systému

Sekce kabelážního systému máme: horizontální vedení (Horizontal cabling), páteřní vedení (Backbone cabling), pracovní oblast (Work Area) a datový rozvaděč (Telecommunications Closet). Horizontální vedení propojuje datový rozvaděč se zásuvkou pracoviště. Páteřní vedení propojuje datové rozvaděče. Pracovní oblast jsou připojovací kabely na pracovištích a propojovací kabely v datovém rozvaděči. Datový rozvaděč má v sobě umístěny přepojovací panely, organizéry kabeláže, aktivní prvky sítě a další zařízení. (3)

#### 2.7.3 Značení prvků kabeláže

Značení prvků kabeláže spadá pod evropskou normu řady EN 50174. Značení se navrhuje už při zpracování projektu a navrhuje ho projektant. Značení musí být uvedeno v kabelových tabulkách i ve výkresové dokumentaci rozvaděčů a osazení zásuvek. Rozlišují se tři typy značení:

- identifikační – popisuje jednotlivé prvky infrastruktury komunikačních systémů,
- informační – informuje o důležitých skutečnostech,

- výstražné – varuje před případným nebezpečím. (3)

Existují přesně daná pravidla, co a jak musí být označeno. Označeny musí být všechny kabely na obou koncích a v místech křížení, patch panely a jejich porty, zásuvky a jejich porty, ODF a jejich porty, datové rozvaděče, bloky u Multi-RACK, technologické místnosti pro rozvaděče a serverovny, aktivní prvky a jejich porty. Označení musí být jednoznačné, musí být čitelné, musí odolat vnějším vlivům a musí být odolné proti smazání a otěru. (3)

Jsou využívány dva způsoby tvorby identifikačního kódu (3):

Přímý identifikační kód: O.PP.MMM.ZZ.X, kde

- O = číslo objektu,
- PP = číslo podlaží,
- MMM = číslo místnosti,
- ZZ = číslo zásuvky v místnosti,
- X = číslo portu v zásuvce.

Rezervní identifikační kód: RPXX, kde

- R = označení datového rozvaděče,
- P = označení patch panelu,
- XX = číslo portu patch panelu.

### **3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ**

Po komplexní analýze současného stavu jsem se rozhodl, že k návrhu vlastního řešení budu přistupovat ve třech základních krocích. První krok bude odstranění nedostatků ve stávajících počítačových učebnách. Při odstraňování nedostatků bude kladen důraz na co nejnižší finanční náklady, protože samotné rozšíření sítě a vytvoření nové počítačové učebny bude pro školu finančně velmi náročné.

V druhém bodě bude zpracován návrh na rozšíření sítě. V tomto bodě budou navrhována nová přípojná místa, vedení kabelových tras, nové aktivní a pasivní prvky a celá stávající trasa bude pozměněna. Při návrhu vlastního řešení budu postupovat podle aktuálních standardů a norem. Samozřejmostí je také kladení důrazu na specifické hygienické požadavky na prostory a provoz škol.

V posledním bodě vytvořím návrh nové počítačové učebny a připojení učebny do sítě. Do návrhu zahrnu závěrečnou kalkulaci nákladů a materiálů pro celou počítačovou síť.

#### **3.1 Odstranění nedostatků stávajících počítačových učeben**

##### **3.1.1 Počítačová učebna 208**

Hlavním nedostatkem je zastaralý přepínač připevněný na stěně. Tento přepínač bude odstraněn a na zeď se namontuje 19“ jednoduchý datový rozvaděč značky Triton o čtyřech volných „U“. Rozvaděč bude osazen 19“ patch panelem a novým 24 portovým manageablem přepínačem. Přepínač bude zvládat vyšší rychlost než starý přepínač, což je velkým přínosem pro budoucí rozšíření sítě.

Dalším krokem bude kontrola kabeláže. Pokud se při kontrole zjistí mechanické poškození lišty, tato část bude nahrazena za novou. Kabely a datové zásuvky budou zkontrolovány, vadné konektory nahrazeny novými a kabely a zásuvky budou vhodně označeny. Označení bude následující: P - číslo patra a ZZ – číslo zásuvky a X – písmeno portu zásuvky. Takto označené kabely budou vloženy nazpět do elektroinstalačních lišt.

Samotné počítače budou rozmontovány a také očištěny od prachu, který počítačům velmi škodí. Na počítačích běží operační systém Windows XP, který již v dnešní době není podporovaný a instalovat na počítače operační systém Windows 7

z hlediska hardwarového není možné. Rozhodl jsem se na tyto počítače nainstalovat operační systém Xubuntu od Linuxové distribuce, který pracuje na grafickém rozhraní LXDE a je tak méně náročný na výkon. Operační systém má již v základu internetové prohlížeče, prohlížeč PDF souborů a grafický editor GIMP. Dále bude potřeba nainstalovat aplikace Libre Office, která je podobná Open Office. Dalším důležitým balíčkem je balíček Samba, který umožní studentům přihlásit se do sítě Windows. Výhodou pro studenty bude možnost vyzkoušet si práci s Linuxem. Jedná se o prozatímní řešení, než budou peníze na nové počítače pro tuto učebnu.

### 3.1.2 Počítačová učebna 306

V učebně je umístěn hlavní rozvaděč. Rozvaděč má velikost 19“ a má kapacitu o čtyřech „U“. Rozvaděč je plně zaplněn, což je nevhodné, protože tu není místo pro budoucí rozvoj a uspořádání je spleť. Z toho důvodu bude rozvaděč odmontován a nahrazen novým od značky Triton o velikosti 19“ a s devíti volnými „U“.

Nový rozvaděč bude nainstalován na zeď a osazen dvěma novými přepínači a dvěma novými patch panely. První přepínač bude stejně jako jeho předchůdce sloužit pro učebnu 306. Druhý přepínač bude propojovat učebnu 307, 306 a kmenové třídy na třetím poschodí s druhým poschodím. Dále také bude druhý přepínač propojen s novým školním směrovačem, který bude zajišťovat přístup k internetu.

Dalším nedostatkem učebny je volně svedený kabel z antény internetu do rozvaděče. Tento problém budu řešit vložením kabelů do elektroinstalační lišty. Kabel bude vhodně označen.

Nyní se bude postupovat stejně jako v učebně 208 kdy kabely, které vedou z rozvaděče k počítačům, budou vytáhnuty z elektroinstalačních lišt. Kabely zkontroluji, jestli nebyli mechanicky poškozené a správně označím na obou koncích.

Samotné počítače budou rozebrány a zbaveny prachu. Na počítače bude nainstalována čistá instalace operačního systému Windows 7 Professional ve 32-bitové edici a poté budou opět připojeny do sítě.



### 3.1.3 Počítačová učebna 307

Počítačová učebna 307 má zastaralý přepínač položený v rohu místnosti na stole. Přepínač bude odstraněn a na zeď se namontuje starý rozvaděč z učebny 306. Rozvaděč bude osazen novým patch panelem a novým přepínačem.

Operace s kabely bude provedena stejně jak v učebně 306 a 208. Kabely budou zkontrolovány od mechanického poškození. Takto zkontrolované kabely budou označeny na obou koncích. Počítače v učebně jsou nové a není potřeba na nich provádět údržbu.

## 3.2 Návrh na rozšíření sítě

### 3.2.1 Technologie

Technologii budu navrhovat s ohledem na budoucí rozvoj sítě. Navrhovaná technologie bude Gigabit Ethernet s rychlostí až 1000 Mb/s typu 1000BASE-T. Z toho důvodu jsem jako kabeláž zvolil třídu D a materiál kategorie 5. Jedná se stále o nejpoužívanější kategorii v strukturované kabeláži. Z důvodu, že ve škole se nenachází žádné elektromagnetické rušení a také z důvodu finančního jsem zvolil nestíněnou verzi horizontální kabeláže.

### 3.2.2 Návrh přípojných míst rozšířené sítě

Do návrhu přípojných míst nebudu zahrnovat stávající počítačové učebny. Stávající počítačové učebny už mají svá přípojná místa naddimenzovaná. Přípojná místa v ředitelně a učitelské studovně budou vytvořena nově. Po konzultaci s vedením školy, jsme se rozhodli pro následující počet přípojných míst, který je zaznamenán v tabulce č. 9.

Místnost	Číslo místnosti	Počet zásuvek	Počet přípojných míst
<b>Druhé patro</b>			
<b>Učitelská studovna</b>	201	4	8
<b>Ředitelna</b>	202	3	6
<b>Kmenová třída</b>	204	1	2
<b>Kmenová třída</b>	205	1	2
<b>Nová pc. učebna</b>	206	24	25
<b>Kmenová třída</b>	207	1	2

<b>Místnost se serverem</b>	209	3	6
<b>Třetí patro</b>			
<b>Kmenová třída</b>	301	1	2
<b>Knihovna</b>	302	2	4
<b>Kmenová třída</b>	303	1	2
<b>Kmenová třída</b>	304	1	2
<b>Kmenová třída</b>	305	1	2
<b>Pc. učebna 306</b>	306	1	2
<b>Kabinet VT</b>	308	2	4
<b>Kmenová třída</b>	309	1	2
<b>Celkový počet:</b>		47	71

**Tabulka č. 9: Rozšířená přípojná místa**

Zdroj: Vlastní zpracování

Z tabulky č. 9. vyplývá, že na škole přibude celkem 71 přípojných míst a z toho bude celkem 23 datových zásuvek jednoportových a 24 dvouportových datových zásuvek.

### 3.2.3 Kabeláž rozšířené počítačové sítě

**Páteřní sekce** – Pro páteřní sekci je potřeba zvolit optický kabel, který bude propojovat všechny datové rozvaděče na škole. Vhodné je zvolit optický kabel multimode 50/125 zakončený konektory LC. Daným potřebám odpovídá kabel Opticord LC – LC 50.

**Horizontální sekce** – Pro kabeláž horizontální sekce je potřeba zvolit metalický nestíněný kroucený kabel třídy D a kategorie 5. Z toho důvodu navrhuji kabel od firmy PremiumCord, která je známá svou důkladnou kontrolou kvality. Jedná se o UTP kabel typu drát Cat5e. Kabel je vhodný pro vysokorychlostní protokoly včetně gigabitového Ethernetu.

**Pracovní sekce** - Kabeláž pro pracovní sekci bude od stejné firmy jako pro horizontální sekci. Pro pracovní sekci budeme mít dvě různé délky kabelu. První druh kabelu je Patch kabel PremiumCord UTP CAT5E o délce 0.25m, který bude sloužit pro propojení patch panelu se switchem. Druhý druh kabelu bude Patch kabel PremiumCord

UTP CAT5E o délce 0.5m, který bude sloužit pro propojení datové zásuvky s pracovní stanicí.

### 3.2.4 Prvky vedení kabeláže rozšířené počítačové sítě

Rozvod kabeláže v počítačové učebně bude realizován externí firmou, proto v rozpočtu nebudou započteny náklady na elektroinstalační materiál.

Kabely vedené mezi jednotlivými místnostmi budou vedeny v elektroinstalačních lištách umístěných u stropu. Šířky jednotlivých lišt se budou lišit podle počtu vedených kabelů. Pro lišty ve kterých bude vedeno více jak 20 kabelů, je vhodné zvolit rozměry 60x40mm pro zbylé lišty bude dostačující rozměr 40x20. Lišty bych doporučil od společnosti Kopos Kolín. Jedná se o hranaté lišty typu LHD, které odpovídají normám ČSN EN 50 085-1.

Do průchodů ve zdech a stropěch se namontují tuhé elektroinstalační trubky s vysokou mechanickou odolností. Šíře trubek se bude lišit podle počtu vedených kabelů. Tuhé elektroinstalační trubky také budou od společnosti Kopos Kolín.

### 3.2.5 Spojovací prvky

**Konektory** – Pro metalickou kabeláž je potřeba zvolit modulární konektor UTP Mini-Jack RJ45. Tyto moduly budou použity pouze v patch panelech. Pro optický kabel zvolíme optické spojky NEXANS multimode LC-LC.

**Datové zásuvky** – Datové zásuvky volíme tak, abychom je mohli umístit na zeď, protože kabely také povedeme po zdi. Důležitou vlastností datové zásuvky je vzhled. Jako dvouportovou zásuvku jsme zvolili ABB Tango 2x RJ45 Cat.5e, UTP a jednoportovou zásuvku ABB Tango 1x RJ45 Cat.5e, UTP.

**Patch panel** – Patch panely musí být modulárního systému, protože je bude potřeba osadit různými moduly. Potřebujeme 6x 24 portový patch panel a 1x 16 portový patch panel. Doporučuji použít patch panely od výrobce Linkbasic, které jsou modulární s vyvazovací lištou a celokovové.

### 3.2.1 Značení kabeláže

Horizontální sekce bude značena způsobem přímého identifikačního systému. Datové zásuvky a porty patch panelů ponesou číslo patra, číslo datové zásuvky a písmeno portu datové zásuvky. Příklad označení: 2.11A – druhé patro, zásuvka číslo 11,

port A. Stejné označení ponese také kabel, který bude veden od zásuvky do patch panelu a bude označený na obou koncích.

Páteří sekce bude značena zkratkou Ps. a číslem kabelu.

### 3.2.2 Datové rozvaděče na třetím patře

První datový rozvaděč bude umístěn v učebně 306. Jedná se o rozvaděč značky Triton o velikosti 19“ a s devíti volnými „U“. Velikost byla vybrána s ohledem na nákup nového školního směrovače, který bude umístěn do datového rozvaděče. Datový rozvaděč označíme číslem 1. V datovém rozvaděči budou umístěny dva přepínače a dva patch panely. Označení bude následující: přepínač S1A, Patch panel P1A, přepínač S1B a patch panel P1B.

Druhý datový rozvaděč na třetím patře bude umístěn v počítačové učebně 307. Bude použit starý datový rozvaděč z počítačové učebny 306 o velikosti 19“ s čtyřmi volnými „U“. Datový rozvaděč bude mít označení číslem 2 a bude sloužit pouze pro počítačovou učebnu 307. Uvnitř datového rozvaděče se bude nacházet přepínač s označením S2A a patch panel s označením P2A.

Schéma zapojení datových rozvaděčů je znázorněné v tabulce č. 10.

„U“	Datový rozvaděč číslo 1	„U“	Datový rozvaděč číslo 2
U1	Směrovač	U1	Patch panel P2A
U2	Patch panel P1A	U2	Přepínač S2A
U3	Přepínač S1A	U3	
U4	Patch panel P1B	U4	Napájecí panel
U5	Přepínač S1B		
U6			
U7			
U8			
U9	Napájecí panel		

**Tabulka č. 10: Osazení datových rozvaděčů na třetím patře**

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.2.3 Datové rozvaděče na druhém patře

Třetí datový rozvaděč bude umístěn v Počítačové učebně 206 a ponese číselné označení číslo 3. Půjde o datový rozvaděč Triton o velikosti 19“ a s šesti volnými „U“. Datový rozvaděč bude osazen dvěma 24 portovými přepínači a dvěma 24 portovými patch panely. Přepínače ponесou označení S3A a S3B. Patch panely ponесou označení P3A a P3B.

Čtvrtý datový rozvaděč bude umístěn v počítačové učebně 208 a ponese číselné označení 4. Stejně jako v počítačové učebně se jedná o datový rozvaděč značky Triton o velikosti 19“ se čtyřmi volnými „U“. Datový rozvaděč bude osazen jedním 24 portovým přepínačem a jedním 24 portovým patch panelem. Přepínač ponese označení S4A. Patch panel ponese označení P4A.

Poslední datový rozvaděč bude umístěn v ředitelně školy a ponese číselné označení 5. Datová rozvaděč bude značky Triton o velikosti 19“ se čtyřmi volnými „U“. Datový rozvaděč bude osazen jedním 16 portovým přepínačem a jedním 16 portovým patch panelem. Přepínač ponese označení S5A. Patch panel ponese označení P5A.

Schéma zapojení datových rozvaděčů na druhém patře je znázorněné v tabulce č. 11.

„U“	Datový rozvaděč číslo 3	„U“	Datový rozvaděč číslo 4	„U“	Datový rozvaděč číslo 5
U1	Patch panel P3A	U1	Patch panel P4A	U1	Patch panel P5A
U2	Přepínač S3A	U2	Přepínač S4A	U2	Přepínač S5A
U3	Patch panel P3A	U3		U3	
U4	Přepínač S3A	U4	Napájecí panel	U4	Napájecí panel
U5					
U6	Napájecí panel				

Tabulka č. 11: Osazení datových rozvaděčů na druhém patře

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.2.4 Osazení patch panelů

Patch panel s označením P1A je umístěn v datovém rozvaděči číslo 1 na třetím patře v počítačové učebně 306. Patch panel zajišťuje připojení počítačové sítě na internet v 24. portě. Port číslo 1 zajišťuje konektivitu mezi druhým a třetím patrem.

Porty dva a tři připojuje přepínače pro počítačové učebny 306 a 307. Zbylé porty zajišťují konektivitu mezi kabinetem, knihovnou a kmenovými třídami na třetím patře. Osazení patch panelu je znázorněno v tabulce č. 12.

24	3.In
23	
22	
21	3.9B
20	3.9A
19	3.8B
18	3.8A
17	3.7B
16	3.7A
15	3.6B
14	3.6A
13	3.5B
12	3.5A
11	3.4B
10	3.4A
9	3.3B
8	3.3A
7	3.2B
6	3.2A
5	3.1B
4	3.1A
3	Ps.3
2	Ps.2
1	Ps.1

**Tabulka č. 12: Zapojení patch panelu P1A**

Zdroj: Vlastní zpracování

Patch panel s označením P1B je také umístěn v datovém rozvaděči na třetím patře v učebně 306. Patch panel zajišťuje konektivitu pro datové zásuvky v počítačové učebně 306 a propojuje P1A s P1B. Osazení patch panelu je znázorněno v tabulce č. 13.

24	3.32A
23	3.31A
22	3.30A
21	3.29A
20	3.28A
19	3.27A
18	3.26A
17	3.25A
16	3.24A
15	3.23A
14	3.22A
13	3.21A
12	3.20A
11	3.19A
10	3.18A
9	3.17A
8	3.16A
7	3.15A
6	3.14A
5	3.13A
4	3.12A
3	3.11A
2	3.10A
1	Ps.2

**Tabulka č. 13: Zapojení patch panelu P1B**

Zdroj: Vlastní zpracování

Patch panel P2A je v počítačové učebně 307 na třetím patře v druhém datovém rozvaděči. Zajišťuje konektivitu datových zásuvek v počítačové učebně 307. V 1. portu se nachází propojení s patch panelem P1A. Osazení patch panelu je znázorněno v tabulce č. 14.

24	
23	
22	
21	
20	
19	
18	
17	
16	
15	
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	

3.55A
3.54A
3.53A
3.52A
3.51A
3.50A
3.49A
3.48A
3.47A
3.46A
3.45A
3.44A
3.43A
3.42A
3.41A
3.40A
3.39A
3.38A
3.37A
3.36A
3.35A
3.34A
3.33A
Ps.3

**Tabulka č. 14: Zapojení patch panelu P2A**

Zdroj: Vlastní zpracování

Patch panel P3A je umístěn ve třetím datovém rozvaděči spolu s patch panelem P3B. Datový rozvaděč se nachází v nové počítačové učebně 206 na druhém patře. Patch panel P3B zajišťuje konektivitu pro jednoportové datové zásuvky v učebně 206 a je propojený s patch panelem P3A.

Patch panel P3A tvoří konektivitu se třetím patrem, přímo s patch panelem P1A. Patch panel P3A je také propojen s patch panelem P4A v počítačové učebně 208 a s patch panelem P5A v ředitelně školy. Kmenové třídy a místnost se serverem na druhém patře jsou také připojeny do patch panelu P3A. Nakonec je do patch panelu P3A ještě zapojená jedna dvouportová zásuvka v počítačové učebně 206. Osazení patch panelů je znázorněno v tabulce č. 15 a č. 16.

24	
23	
22	
21	
20	
19	
18	
17	
16	2.6B
15	2.6A
14	2.5B
13	2.5A
12	2.4B
11	2.4A
10	2.3B
9	2.3A
8	2.2B
7	2.2A
6	2.1B
5	2.1A
4	Ps.6
3	Ps.5
2	Ps.4
1	Ps.1

**Tabulka č. 15: Zapojení patch panelu P3A**

Zdroj: Vlastní zpracování

24	2.29A
23	2.28A
22	2.27A
21	2.26A
20	2.25A
19	2.24A
18	2.23A
17	2.22A
16	2.21A
15	2.20A
14	2.19A
13	2.18A
12	2.17A
11	2.16A
10	2.15A
9	2.14A
8	2.13A
7	2.12A
6	2.11A
5	2.10A
4	2.9A
3	2.8A
2	2.7A
1	Ps.6

**Tabulka č. 16: Zapojení patch panelu P3B**

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším patch panelem je patch panel v počítačové učebně 208 na druhém patře s označením P4A. Patch panel je propojen s patch panelem P3A a zajišťuje konektivitu pro datové zásuvky v počítačové učebně 208. Osazení patch panelu je znázorněno v tabulce č. 17.

1	Ps.4
2	2.30A
3	2.31A
4	2.32A
5	2.33A
6	2.34A
7	2.35A
8	2.37A
9	2.37A
10	2.38A
11	2.39A
12	2.40A
13	2.41A
14	2.42A
15	2.43A
16	2.44A
17	2.45A
18	2.46A
19	2.47A
20	
21	
22	
23	
24	

**Tabulka č. 17: Zapojení patch panelu P4A**

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední patch panel s označením P5A je umístěn v ředitelně školy v datovém rozvaděči číslo 5. Patch panel je propojen s patch panelem P3A a obhospodařuje propojení s datovými zásuvkami v ředitelně a učitelské studovně. Osazení patch panelu je znázorněno v tabulce č. 18.

1	Ps.5
2	2.48A
3	2.48B
4	2.49A
5	2.49B
6	2.50A
7	2.50B
8	2.51A
9	2.51B
10	2.52A
11	2.52B
12	2.53A
13	2.53B
14	2.54A
15	2.54B
16	

**Tabulka č. 18: Zapojení patch panelu P5A**

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.2.1 Aktivní prvky

**Přepínač** - V celé počítačové síti bude celkem použito sedm přepínačů. Bude potřeba šest přepínačů s 24 porty pro kroucené páry a 4 porty pro optický kabel. Dále bude potřeba jeden přepínač s 16 porty pro kroucené páry a 2 porty pro optický kabel.



Přepínače by měly být manageable se standardem 10/100/1000 Base-T. Pro tyto požadavky je vhodný 24 portový přepínač značky D-Link DGS-1210-28 a 16 portový přepínač značky TP-LINK TL-SG2216.

**Směrovač** – Pro aktuálně navrhovanou síť je potřeba směrovač s WAN portem o rychlosti 1000 Mb/s a s LAN portem také o rychlosti 1000 Mb/s. Další funkcí by měla být možnost nastavení VPN tunelů. S přihlédnutím na požadované vlastnosti jsem zvolil směrovač od společnosti TP-LINK typu TL-ER5120. Do budoucna by se mohlo přemýšlet o navýšení rychlosti připojení k internetu.

### 3.2.2 Návrh kabelové trasy

Horizontální a páteřní kabeláž povede po nejdelší straně budovy. Kabely povedou od datových rozvaděčů v elektroinstalačních lištách na stěně u stropu ve výšce 240cm. V každé místnosti podle počtu přípojných míst bude sveden kabel v elektroinstalační liště k datové zásuvce. Datové zásuvky budou umístěny 35 cm od podlahy. Průchody ve zdech a v podlaze budou zajištěny tuhou elektroinstalační trubkou s vysokou mechanickou odolností. Všechny kabelové trasy budou vedeny tak, aby byly co nejkratší a nejjednodušší na instalaci podle normy ČSN EN 50173. Žádný kabel nepřesáhne délku 90 metrů. Jednotlivé délky kabelů jsou uvedeny v příloze číslo 3.

### Třetí patro

První trasa na třetím patře bude vedena z datového rozvaděče 1 v počítačové učebně 306 v elektroinstalační liště na stěně u stropu směrem ke knihovně. Trasa povede přes kmenové třídy 305, 304 a 303 do knihovny (místnost 302) a dále do kmenové třídy 301. V každé místnosti podle počtu přípojných míst bude svedeny kabely v elektroinstalační liště k datové zásuvce.

Počet datových zásuvek: 6

Počet kabelů: 12

Druhá trasa povede z datového rozvaděče 1 v počítačové učebně 306 směrem ke kabinetu VT (místnost 308). Jeden kabel povede přímo do datového rozvaděče číslo 2

v počítačové učebně 307. Další kabely povedou přes počítačovou učebnu 307 do kabinetu VT a do kmenové třídy 309, kde budou svedeny do datových zásuvek.

Počet datových zásuvek: 3

Počet kabelů: 7

Třetí trasa bude vycházet z datového rozvaděče 1 v počítačové učebně 306 a povede směrem dolů skrz podlahu přímo do datového rozvaděče číslo 3.

Počet datových zásuvek: 0

Počet kabelů: 1

Návrh kabelových tras pro třetí patro je zakreslen v schématu přípojných míst v příloze č. 1.

## **Druhé patro**

První trasa povede od datového rozvaděče číslo 3 v počítačové učebně 206 a povede směrem k ředitelně (místnost 202). Kabely povedou přes kmenové třídy 205 a 204, kde budou svedeny do datových zásuvek. Dále již povede pouze jeden kabel, který bude zakončen v datovém rozvaděči číslo 5 v ředitelně.

Počet datových zásuvek: 2

Počet kabelů: 5

Druhá trasa povede od datového rozvaděče číslo 5 v ředitelně školy, a povede do učitelské studovny. Kabely budou postupně svedeny do datových zásuvek.

Počet datových zásuvek: 7

Počet kabelů: 14

Třetí trasa bude vedena z datového rozvaděče číslo 3 v počítačové učebně 206 směrem k učebně 207. Trasa povede přes kmenovou třídu 207 do počítačové učebny 208 a do místnosti se serverem (místnost 209).

Počet datových zásuvek: 3

Počet kabelů: 7

Návrh kabelových tras pro druhé patro je zakreslen v schématu přípojných míst v příloze 2.

### **3.3 Návrh nové počítačové učebny**

Nová počítačová učebna musí obsahovat 23 počítačů, tak aby každý student měl k dispozici vlastní počítač. Počítačová učebna také musí splňovat aktuální standardy a normy. Po konzultaci s vedením školy jsme se rozhodli, že nová učebna bude v kmenové třídě číslo 206 na druhém patře. Hlavním důvodem pro zvolení námi vybrané místnosti bylo její umístění pod počítačovou učebnou 306, kde se nachází hlavní datový rozvaděč. Dalším důležitým bodem byla její velikost srovnatelná s počítačovou učebnou 306.

Počítačová učebna 206 bude zbavena starých školních lavic. Nové počítačové stoly a židle si škola nakoupí sama, z tohoto důvodu nebudou kancelářský nábytek do své kalkulace započítávat. Elektrické práce bude provádět elektrikářská externí firma.

#### **3.3.1 Návrh topologie sítě učebny 206**

Topologie sítě bude podle normy hvězdy se středem v datovém rozvaděči.

#### **3.3.2 Kabely v počítačové učebně 206**

**Horizontální sekce** - Kabeláž pro horizontální sekci v počítačové učebně bude stejná jako v návrhu rozšíření sítě.

#### **3.3.3 Vedení kabeláže v počítačové učebně 206**

Rozvod kabeláže v počítačové učebně bude realizován externí firmou, proto v rozpočtu nebudou započteny náklady na elektroinstalační materiál.

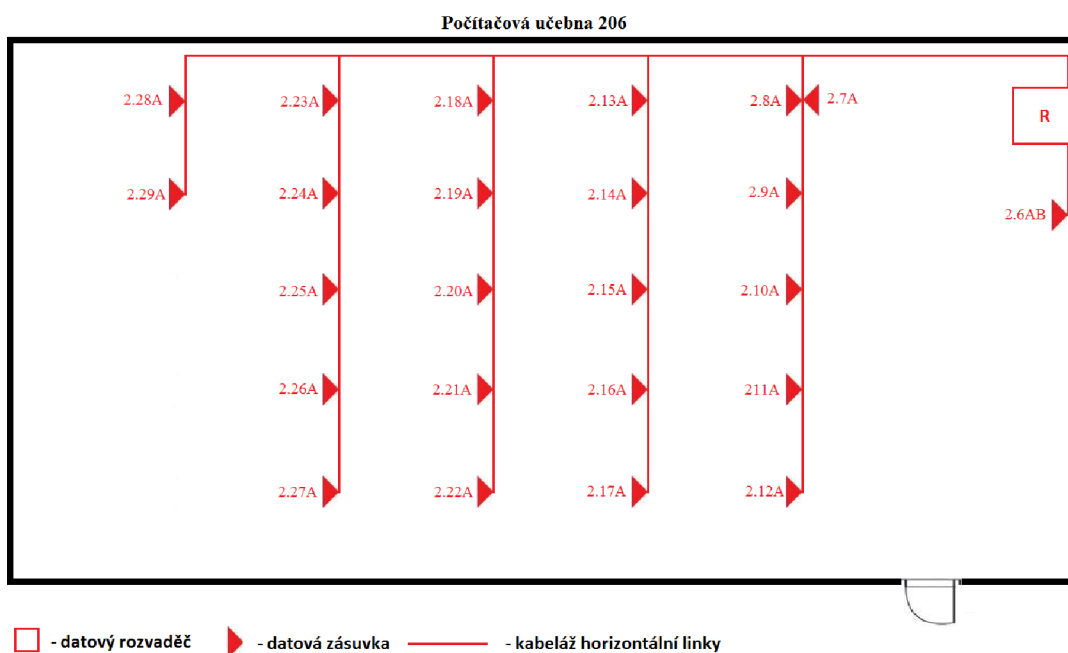
Kabely budou vedeny v elektroinstalačních lištách typu LHD na zemi u zadních stěn stolů a budou zakončeny v datových zásuvkách, umístěný ze předu na zadní části stolu.

#### **3.3.4 Datové zásuvky v učebně 206**

Jako datové zásuvky použijeme jednoportové a dvouportové zásuvky také stejné jako v části návrhu rozšíření sítě.

### 3.3.5 Detailní návrh tras v učebně 206

Hlavní trasa povede od datového rozvaděče po zemi v plastových podlahových lištách na straně od dveří a bude se rozdělovat vždy před každou řadou kancelářských stolů. U každého stolu bude vyvedená trasa v elektroinstalační liště k datové zásuvce, která bude umístěná zepředu na zadní stěně stolu. Detailní návrh trasy je znázorněn na obrázku č. 18.



**Obrázek č. 18: Nákres tras strukturované kabeláže v počítačové učebně 206**

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.3.6 Pracovní stanice v učebně 206

Jako pracovní stanice pro počítačovou učebnu jsem zvolil počítačovou sestavu od společnosti Mironet. Počítačová sestava se nazývá Mironet BUSINESS 1. Počítačová sestava se skládá z počítačové stanice, myši a klávesnice. Výkon počítače bude pro školní potřeby dostačující. Hardwarové informace jsou obsažené v tabulce č. 9. Počítačová stanice je bez operačního systému. Pro zobrazování informací jsem zvolil 22“ monitor ASUS model VS228NE. Jedná se o LED display s matnou povrchovou úpravou a s FullHD rozlišením. Velikost displeje nám zaručuje přehledné zpracovávání úloh.

### Hardware počítačové sestavy v počítačové učebně 206:

<b>Procesor</b>	<b>Intel - Celeron (6th gen.) Skylake G3900 @ 2.8GHz</b>
<b>Operační paměť</b>	<b>4GB DDR4 RAM</b>
<b>Grafická karta</b>	<b>120 GB SSD</b>
<b>Pevný disk</b>	<b>Intel - HD Graphics 510 8GB</b>
<b>Zdroj</b>	<b>420W</b>
<b>Monitor</b>	<b>ASUS 22"</b>

Tabulka č. 19: Počítačová sestava v učebně 206

Zdroj: Vlastní zpracování, podle [15]



Obrázek č. 19: Počítačová sestava v počítačové učebně 206

Zdroj: [12]

### Software počítačové sestavy v počítačové učebně 206:

Na počítačové stanici se provede čistá instalace operačního systému Windows 7 Professional v 64-bitové edici. Licence na operační systém Windows 7 má škola již zakoupené. Na počítač se nainstaluje kancelářský balíček Open Office, antivirový program Avast a internetové prohlížeče Chrome a Firefox. Další potřebné programy a aplikace pro výuku si škola nainstaluje sama.

### **3.4 Ekonomické zhodnocení**

V poslední části shrnu náklady na celý projekt. Do rozpočtu nezahrnu cenu za práci a cenu za zhotovení projektu. Vedení školy nestanovilo výši rozpočtu. Realizace projektu se bude odvíjet od stanoveného rozpočtu, který je podrobně rozepsán v příloze č. 4. Položky nejsou od jednoho výrobce, položky jsem vybíral se zaměřením na nejlepší poměr cena/výkon. Dalším kritériem byly reference jednotlivých prodejců.

Celková cena řešení včetně DPH je 356278,94 Kč.

## 4 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout rozšíření počítačové sítě a vytvořit návrh pro novou učebny. Tento návrh bude předán vedení školy, která rozhodne o jeho realizaci. Jestli škola návrh schválí, tak bude použit pro zadání výběrového řízení. Návrh je vytvořen podle požadavků vedení školy. Při navrhování řešení byl brán ohled na finanční náklady a žádost vedení školy, aby ve škole nebyla zavedena bezdrátová síť.

Počítačová síť byla navržena tak aby počet přípojných míst a použité technologie byly dostačující pro budoucí potřeby a nesnižovaly úroveň výuky do budoucna. Při návrhu řešení byly odstraněny nedostatky současné počítačové sítě, zejména ohledně zabezpečení aktivních prvků.

Vytvořená práce obsahuje schéma umístění přípojných míst a tras kabeláže. Také je v této práci zahrnut návrh na osazení datových rozvaděčů a návrh značení jednotlivých portů, patch panelů, kabelů a datových zásuvek. Vše je zakončeno stanovením rozpočtu na realizaci návrhu.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) DONAHUE, G. A. *Kompletní průvodce síťového experta*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.
- (2) HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5., aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2011, 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.
- (3) JORDÁN, V. a ONDRÁK, V. *Infrastruktura komunikačních systémů I.: Univerzální kabelážní systémy*. 2., roz. vyd. Brno: Cerm, 2015, 352 s. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (4) SCHATT, S. *Počítačové sítě LAN od A do Z*. Praha: Grada, 1994, 378 s., obr., tab. ISBN 80-85623-76-5
- (5) TRULOVE, J. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- (6) SVĚT SÍTÍ. svetsiti.cz [online]. © 2015 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Zaklady-topologie-a-komunikace-192000>
- (7) PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z: [technologie pro datovou, hlasovou i multimediální komunikaci]*. 2., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2006, 430 s. ISBN 80-251-1278-0.
- (8) SVĚT SÍTÍ. svetsiti.cz [online]. © 2015 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Fyzicka-a-linkova-vrstva-ISO-OSI-1392000>
- (9) TEKNO DAILY. teknodaily.com [online]. © 2015 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://teknodaily.com/definisi-dan-berbagai-tipe-kabel-jaringan-twisted-pair/>
- (10) Hardware - Software - Návod. servispckupka.cz [online]. © 2015 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: [http://www.servispckupka.cz/jak\\_propojit\\_pocitace.php](http://www.servispckupka.cz/jak_propojit_pocitace.php)
- (11) MULTICOM. multicominc.com [online]. © 2015 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://www.multicominc.com/training/technical-resources/single-mode-vs-multi-mode-fiber-optic-cable/>



- (12) Normy.Cz. normy.cz [online]. © 2010 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://www.normy.cz/Detailnormy.aspx?k=90129>
- (13) SOSINSKY, Barrie A. *Mistrovství – počítačové sítě*. Brno: Computer Press, 2010. Mistrovství (Computer Press). ISBN 978-80-251-3363-7.
- (14) Microsoft TechNet. microsoft.com [online]. © 2016 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <https://technet.microsoft.com/cs-cz/library/cc786900%28v=ws.10%29.aspx>
- (15) Mironet. mironet.cz [online]. © 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <https://www.mironet.cz/mironet-business-1-bez-os-intel-celeron-g3900-28ghz-4gb-ddr4-ram-hd-graphics-510-120gb-ssd-wifi+dp261783/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: 2. patro.....	14
Obrázek č. 2: 3. patro.....	15
Obrázek č. 3: Logické schéma struktury sítě.....	16
Obrázek č. 4: Logické schéma učebny 307 .....	19
Obrázek č. 5: Logické schéma učebny 306 .....	20
Obrázek č. 6: Logické schéma učebny 208 .....	21
Obrázek č. 7: Topologie hvězda .....	25
Obrázek č. 8: Topologie kruh .....	25
Obrázek č. 9: Topologie sběrnice .....	26
Obrázek č. 10: Model ISO/OSI.....	27
Obrázek č. 11: Síť s rozbočovačem .....	32
Obrázek č. 12: Síť s přepínačem.....	32
Obrázek č. 13: UTP, FTP, STP.....	34
Obrázek č. 14: Přímé a křížené zapojení .....	34
Obrázek č. 15: Řez optickým kabelem .....	35
Obrázek č. 16: Velikosti mnohovidového optického kabelu.....	35
Obrázek č. 17: Velikosti jednovidového optického kabelu .....	36
Obrázek č. 18: Nákres tras strukturované kabeláže v počítačové učebně 206 .....	52
Obrázek č. 19: Počítačová sestava v počítačové učebně 206 .....	53

## SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Parametry serverů .....	17
Tabulka č. 2: Hardware v učebně 307 .....	18
Tabulka č. 3: Hardware v učebně 306 .....	20
Tabulka č. 4: Hardware v učebně 208 .....	21
Tabulka č. 5: Stávající a plánovaný počet přípojných míst .....	23
Tabulka č. 6: Vrstvy v architektuře TCP/IP .....	29
Tabulka č. 7: Aktivní prvky v síťové architektuře.....	30
Tabulka č. 8: Typy kategorií kroucených párů .....	33
Tabulka č. 9: Rozšířená přípojná místa .....	42
Tabulka č. 10: Osazení datových rozvaděčů na třetím patře .....	44
Tabulka č. 11: Osazení datových rozvaděčů na druhém patře .....	45
Tabulka č. 12: Zapojení patch panelu P1A .....	46
Tabulka č. 13: Zapojení patch panelu P1B .....	46
Tabulka č. 14: Zapojení patch panelu P2A .....	47
Tabulka č. 15: Zapojení patch panelu P3A .....	47
Tabulka č. 16: Zapojení patch panelu P3B .....	47
Tabulka č. 17: Zapojení patch panelu P4A .....	48
Tabulka č. 18: Zapojení patch panelu P5A .....	48
Tabulka č. 19: Počítačová sestava v učebně 206 .....	53

## SEZNAM PŘÍLOH

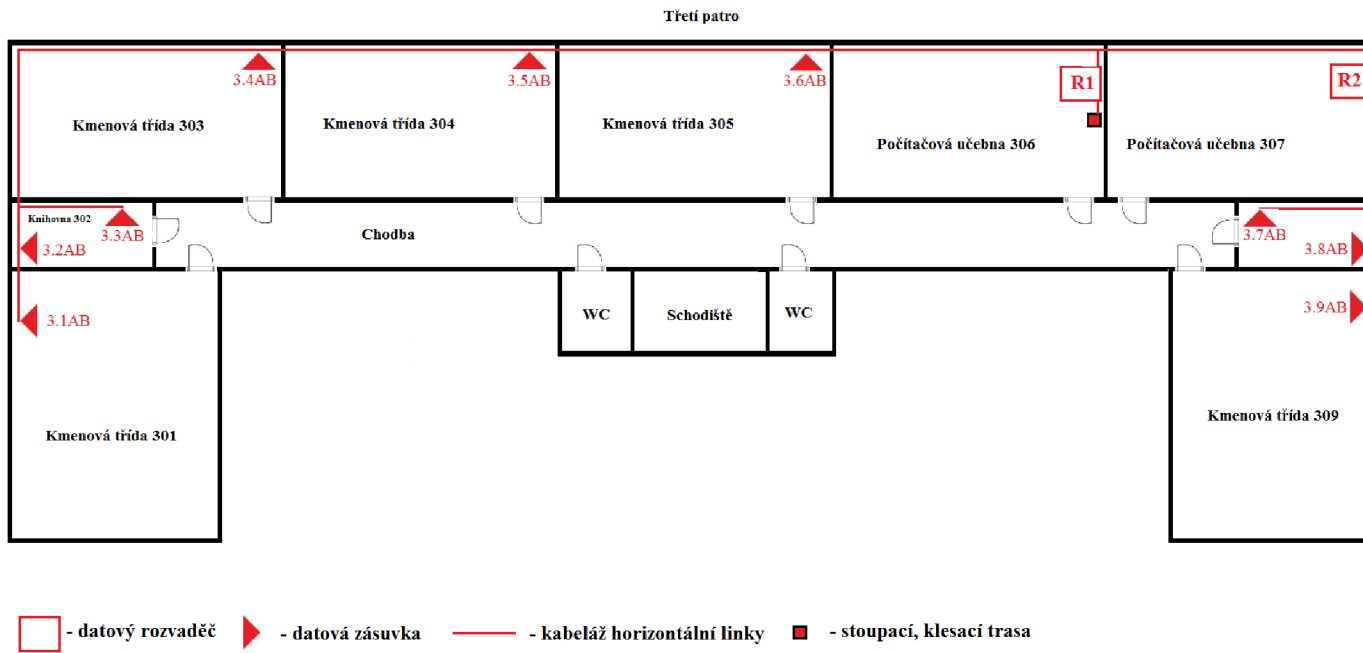
Příloha č. 1: Schéma vedení tras a přípojných míst 3. patro.....	62
Příloha č. 2: Schéma vedení tras a přípojných míst 2. patro.....	63
Příloha č. 3: Kabelové tabulky.....	64
Příloha č. 4: Rozpočet projektu.....	66

## ZKRATKY

Zkratka	Význam zkratky
<b>DHCP</b>	Dynamic Host Configuration Protocol
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>RJ45</b>	Registered Jack
<b>STP</b>	Shielded Twisted Pair
<b>FTP</b>	Foiled Twisted Pair
<b>UTP</b>	Unshielded Twisted Pair
<b>ČSN</b>	Česká technická norma
<b>EN</b>	Evropská norma
<b>CSMA/CD</b>	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
<b>VPN</b>	Virtual Private Network

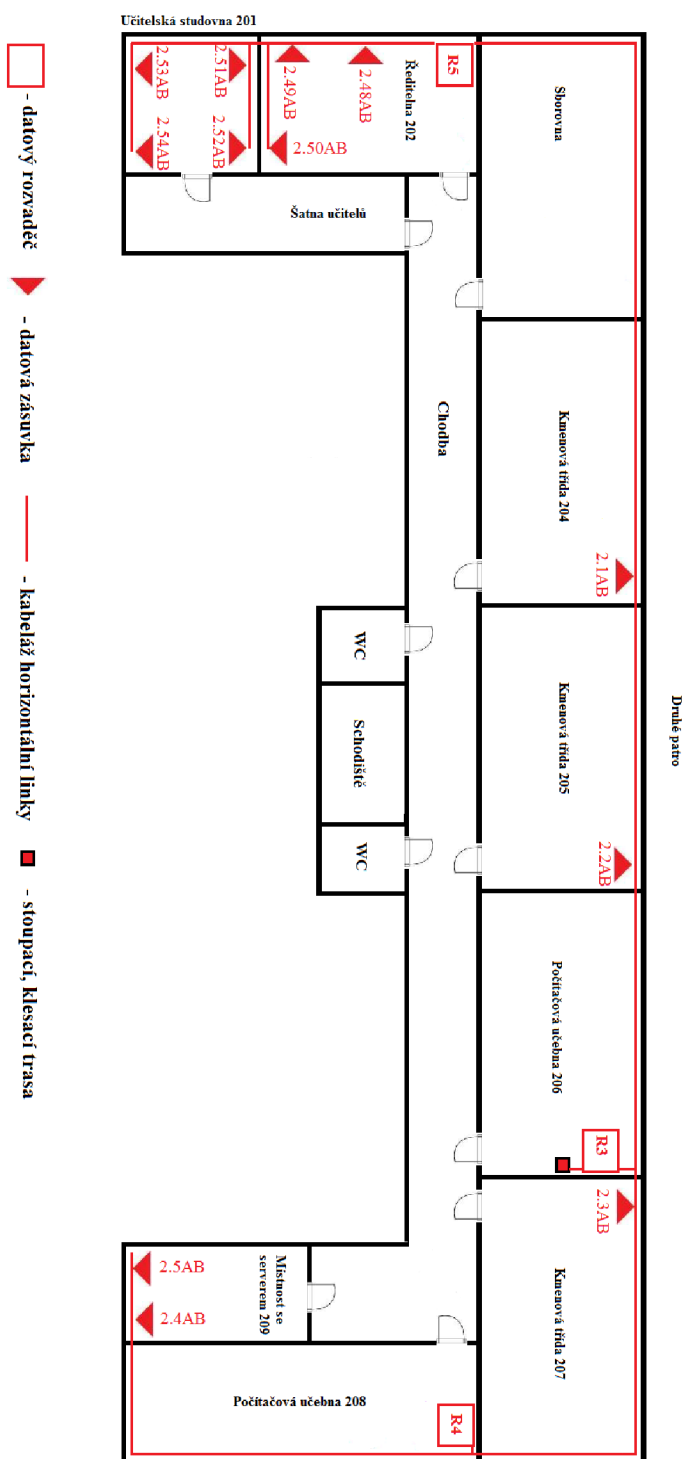
Příloha č. 1: Schéma vedení tras a přípojných míst 3. patro

Zdroj: Vlastní zpracování



## Příloha č. 2: Schéma vedení tras a přípojných míst 2. patro

Zdroj: Vlastní zpracování



### Příloha č. 3: Kabelové tabulky

Zdroj: Vlastní zpracování

P1A port	Místnost	Popis místnosti	Port zásuvky č.	Koncový port	Délka kabelu (m)	Sekce kabeláže	Kabel označení
<b>Ps.1</b>	206	Pc. učebna		Ps.1	2,5	Pátevní sekce	Ps.1/ Ps.1
<b>Ps.2</b>	307	Pc. učebna		Ps.2	13,2	Pátevní sekce	Ps.2/ Ps.2
<b>Ps.3</b>	306	Pc. učebna		Ps.3	0,5	Pátevní sekce	Ps.3/ Ps.3
<b>3.1A</b>	301	Km. třída	3.1A		62,8	Hor. sekce	3.1A/3.1A
<b>3.1B</b>	301	Km. třída	3.1B		62,8	Hor. sekce	3.1B/3.1B
<b>3.2A</b>	302	Knihovna	3.2A		60,8	Hor. sekce	3.2A/3.2A
<b>3.2B</b>	302	Knihovna	3.2B		60,8	Hor. sekce	3.2B/3.2B
<b>3.3A</b>	302	Knihovna	3.3A		52,3	Hor. sekce	3.3A/3.3A
<b>3.3B</b>	302	Knihovna	3.3B		52,3	Hor. sekce	3.3B/3.3B
<b>3.4A</b>	303	Km. třída	3.4A		38,1	Hor. sekce	3.4A/3.4A
<b>3.4B</b>	303	Km. třída	3.4B		38,1	Hor. sekce	3.4B/3.4B
<b>3.5A</b>	304	Km. třída	3.5A		26,9	Hor. sekce	3.5A/3.5A
<b>3.5B</b>	304	Km. třída	3.5B		26,9	Hor. sekce	3.5B/3.5B
<b>3.6A</b>	305	Km. třída	3.6A		15,7	Hor. sekce	3.6A/3.6A
<b>3.6B</b>	305	Km. třída	3.6B		15,7	Hor. sekce	3.6B/3.6B
<b>3.7A</b>	308	VT kabinet	3.7A		25,7	Hor. sekce	3.7A/3.7A
<b>3.7B</b>	308	VT kabinet	3.7B		25,7	Hor. sekce	3.7B/3.7B
<b>3.8A</b>	308	VT kabinet	3.8A		26,7	Hor. sekce	3.8A/3.8A
<b>3.8B</b>	308	VT kabinet	3.8B		26,7	Hor. sekce	3.8B/3.8B
<b>3.9A</b>	309	Km. třída	3.9A		29,2	Hor. sekce	3.9A/3.9A
<b>3.9B</b>	309	Km. třída	3.9B		29,2	Hor. sekce	3.9B/3.9B
<b>3.In</b>	306	Pc. učebna		3.In	3		3.In/3.In

P3A port	Místnost	Popis místnosti	Port zásuvky č.	Koncový port	Délka kabelu (m)	Sekce kabeláže	Kabel označení
<b>Ps.1</b>	306	Pc. učebna		Ps.1	2,5	Pátevní sekce	Ps.1/ Ps.1
<b>Ps.4</b>	208	Pc. učebna		Ps.4	24,7	Pátevní sekce	Ps.4/Ps.4
<b>Ps.5</b>	202	ředitelna		Ps.5	59,8	Pátevní sekce	Ps.5/ Ps.5
<b>Ps.6</b>	206	Pc. učebna		Ps.6	0,5	Pátevní sekce	Ps.6/Ps.6
<b>2.1A</b>	204	Km. třída	2.1A		26,9	Hor. sekce	2.1A/2.1A
<b>2.1B</b>	204	Km. třída	2.1B		26,9	Hor. sekce	2.1B/2.1B
<b>2.2A</b>	205	Km. třída	2.2A		15,7	Hor. sekce	2.2A/2.2A
<b>2.2B</b>	205	Km. třída	2.2B		15,7	Hor. sekce	2.2B/2.2B
<b>2.3A</b>	207	Km. třída	2.3A		4,5	Hor. sekce	2.3A/2.3A
<b>2.3B</b>	207	Km. třída	2.3B		4,5	Hor. sekce	2.3B/2.3B
<b>2.4A</b>	209	Místnost se serverem	2.4A		34,7	Hor. sekce	2.4A/2.4A
<b>2.4B</b>	209	Místnost se	2.4B		34,7	Hor. sekce	2.4B/2.4B



		serverem					
<b>2.5A</b>	209	Místnost se serverem	2.5A		35,7	Hor. sekce	2.5A/2.5A
<b>2.5B</b>	209	Místnost se serverem	2.5B		35,7	Hor. sekce	2.5B/2.5B
<b>2.6A</b>	206	Pc. učebna	2.6A		2,5	Hor. sekce	2.6A/2.6A
<b>2.6B</b>	206	Pc. učebna	2.6B		2,5	Hor. sekce	2.6B/2.6B

P3B port	Místnost	Popis místnosti	Port zásuvky č.	Koncový port	Délka kabelu (m)	Sekce kabeláže	Kabel označení
<b>Ps.6</b>	206	Pc. učebna		Ps.6	0,5	Páteří sekce	Ps.6/ Ps.6
<b>2.7A</b>	206	Pc. učebna	2.7A		4,8	Hor. sekce	2.7A/2.7A
<b>2.8A</b>	206	Pc. učebna	2.8A		4,8	Hor. sekce	2.8A/2.8A
<b>2.9A</b>	206	Pc. učebna	2.9A		5,9	Hor. sekce	2.9A/2.9A
<b>2.10A</b>	206	Pc. učebna	2.10A		7	Hor. sekce	2.10A/2.10A
<b>2.11A</b>	206	Pc. učebna	2.11A		8,1	Hor. sekce	2.11A/2.11A
<b>2.12A</b>	206	Pc. učebna	2.12A		9,2	Hor. sekce	2.12A/2.12A
<b>2.13A</b>	206	Pc. učebna	2.13A		6,5	Hor. sekce	2.13A/2.13A
<b>2.14A</b>	206	Pc. učebna	2.14A		7,6	Hor. sekce	2.14A/2.14A
<b>2.15A</b>	206	Pc. učebna	2.15A		8,7	Hor. sekce	2.15A/2.15A
<b>2.16A</b>	206	Pc. učebna	2.16A		9,8	Hor. sekce	2.16A/2.16A
<b>2.17A</b>	206	Pc. učebna	2.17A		10,9	Hor. sekce	2.17A/2.17A
<b>2.18A</b>	206	Pc. učebna	2.18A		8,2	Hor. sekce	2.18A/2.18A
<b>2.19A</b>	206	Pc. učebna	2.19A		9,3	Hor. sekce	2.19A/2.19A
<b>2.20A</b>	206	Pc. učebna	2.20A		10,4	Hor. sekce	2.20A/2.20A
<b>2.21A</b>	206	Pc. učebna	2.21A		11,5	Hor. sekce	2.21A/2.21A
<b>2.22A</b>	206	Pc. učebna	2.22A		12,6	Hor. sekce	2.22A/2.22A
<b>2.23A</b>	206	Pc. učebna	2.23A		9,9	Hor. sekce	2.23A/2.23A
<b>2.24A</b>	206	Pc. učebna	2.24A		11	Hor. sekce	2.24A/2.24A
<b>2.25A</b>	206	Pc. učebna	2.25A		12,1	Hor. sekce	2.25A/2.25A
<b>2.26A</b>	206	Pc. učebna	2.26A		13,2	Hor. sekce	2.26A/2.26A
<b>2.27A</b>	206	Pc. učebna	2.27A		14,3	Hor. sekce	2.27A/2.27A
<b>2.28A</b>	206	Pc. učebna	2.28A		11,6	Hor. sekce	2.28A/2.28A
<b>2.29A</b>	206	Pc. učebna	2.29A		12,7	Hor. sekce	2.29A/2.29A

P5A port	Místnost	Popis místnosti	Port zásuvky č.	Koncový port	Délka kabelu (m)	Sekce kabeláže	Kabel označení
<b>Ps.5</b>	206	Pc. učebna		Ps.5	59,8	Páteří sekce	Ps.5/ Ps.5
<b>2.48A</b>	202	ředitelna	2.48A		4	Hor. sekce	2.48A/2.48A
<b>2.48B</b>	202	ředitelna	2.48B		4	Hor. sekce	2.48B/2.48B
<b>2.49A</b>	202	ředitelna	2.49A		5,5	Hor. sekce	2.49A/2.49A

<b>2.49B</b>	202	ředitelna	2.49B		5,5	Hor. sekce	2.49B/2.49B
<b>2.50A</b>	202	ředitelna	2.50A		8	Hor. sekce	2.50A/2.50A
<b>2.50B</b>	202	ředitelna	2.50B		8	Hor. sekce	2.50B/2.50B
<b>2.51A</b>	201	Učitel'ská studovna	2.51A		10,5	Hor. sekce	2.51A/2.51A
<b>2.51B</b>	201	Učitel'ská studovna	2.51B		10,5	Hor. sekce	2.51B/2.51B
<b>2.52A</b>	201	Učitel'ská studovna	2.52A		12,5	Hor. sekce	2.52A/2.52A
<b>2.52B</b>	201	Učitel'ská studovna	2.52B		12,5	Hor. sekce	2.52B/2.52B
<b>2.53A</b>	201	Učitel'ská studovna	2.53A		12,5	Hor. sekce	2.53A/2.53A
<b>2.53B</b>	201	Učitel'ská studovna	2.53B		12,5	Hor. sekce	2.53B/2.53B
<b>2.54A</b>	201	Učitel'ská studovna	2.54A		14,5	Hor. sekce	2.54A/2.54A
<b>2.54B</b>	201	Učitel'ská studovna	2.54B		14,5	Hor. sekce	2.54B/2.54B
<b>Celková délka kabeláže horizontální sekce:</b>					1271,5m		
<b>Celková délka kabeláže páteřní sekce:</b>					101,2m		

#### Příloha č. 4: Rozpočet projektu

Zdroj: Vlastní zpracování

Název	Popis	m	ks	Cena bez DPH / ks / m	Cena bez DPH
Triton 19" rozvaděč jednodílný 9U	Datový rozvaděč	x	1	1953,00	1953,00
Triton 19" rozvaděč jednodílný 6U	Datový rozvaděč	x	1	1879,00	1879,00
Triton 19" rozvaděč jednodílný 4U	Datový rozvaděč	x	2	1680,00	3360,00
Patch panel 24 port modulární	Patch panel	x	6	311,20	1867,20
Patch panel 16 port modulární	Patch panel	x	1	288,42	288,42
Mini-Jack RJ45	Modulární konektor UTP	x	132	150,00	19800,00
NEXANS multimode LC-LC	Optická spojka	x	12	144,00	1728,00
ABB Tango 2x RJ45 Cat.5e, UTP	Datová zásuvka	x	22	258,00	5676,00
ABB Tango 1x RJ45 Cat.5e, UTP	Datová zásuvka	x	23	154,00	3542,00
OEM Optický kabel 50/125	Optický kabel	101.2	x	39,00	3946,80
DIGITUS Fiber Optic Patch Cord	Optický kabel	x	12	139,00	1668,00
PremiumCord UTP kabel typu drát Cat5e	Kroucený pár	1271,5	x	5,73	7285,70
PremiumCord UTP CAT5E o délce 0.25m	Kroucený pár	x	132	10,00	1320,00
PremiumCord UTP CAT5E o délce 0.5m	Kroucený pár	x	32	13,00	416,00
D-Link DGS-1210-28	24 portový přepínač	x	6	3264,00	19584,00
TP-LINK TL-SG2216	16 portový	x	1	2636,00	2636,00

	přepínač				
TP-LINK TL-ER512	Směrovač	x	1	4853,00	4853,00
Mironet BUSINESS 1 bez OS	Počítačová sestava	x	23	7185,00	165255,00
LCD Monitor 22" ASUS VS228NE	Monitor	x	23	2167,00	49841,00
<b>Celková cena bez DPH</b>					<b>296899,12</b>
<b>Celková cena s DPH (21 %)</b>					<b>356278,94</b>