



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

# NÁVRH SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY KNIHOVNY FP VUT

FBM BUT LIBRARY NETWORK INFRASTRUCTURE DESIGN

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kateřina Valentová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2017

## Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Studentka:	<b>Kateřina Valentová</b>
Studijní program:	Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Manažerská informatika
Vedoucí práce:	<b>Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

### **Návrh síťové infrastruktury knihovny FP VUT**

#### **Charakteristika problematiky úkolu:**

Úvod  
Cíle práce, metody a postupy zpracování  
Teoretická východiska práce  
Analýza současného stavu  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

#### **Cíle, kterých má být dosaženo:**

Cílem práce je navrhnout síťovou infrastrukturu pro nové prostory fakultní knihovny.

#### **Základní literární prameny:**

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

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

JIROVSKÝ, V. Vademecum správce sítě. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 428 s. ISBN 80-7169-745-1.

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. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 97880-247-2098-2

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
ředitel

---

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.  
děkan

### **Abstrakt**

Tato práce se zabývá zpracováním komplexního návrhu síťové infrastruktury v prostorách určených pro novou fakultní knihovnu fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně. V práci je vysvětlen pojem počítačová síť obecně, základní topologie počítačových sítí a pojmy úzce souvisejícími s návrhem síťové infrastruktury. Následuje analýza současného stavu včetně požadavků na novou síťovou infrastrukturu. Poslední část práce se věnuje komplexnímu návrhu pro vybudování síťové infrastruktury v nových prostorách fakultní knihovny.

### **Abstract**

This bachelor thesis deals with the design of computer network for new faculty's library in Faculty of business and management at Brno University of Technology. First, we introduce the concept of computer network, topologies of computer networks and the other closely related things to the design of the computer network infrastructure. Next step is analysis the current library network and requests for computer network in new library. Last part of this thesis is project of new computer network for new faculty library.

### **Klíčové slova**

počítačová síť, strukturovaná kabeláž, topologie, komunikační infrastruktura

### **Key words**

computer network, structured cabling, topology, communication infrastructure

### **Bibliografická citace**

VALENTOVÁ, K. *Návrh síťové infrastruktury knihovny FP VUT*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 67 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..

### **Čestné prohlášení**

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

V Brně dne 31. května 2017

.....

podpis studenta

## **Poděkování**

Především bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D., dále pak panu Ing. Petru Sedlákovi a panu Ing. Vilému Jordánovi za konzultace, cenné rady a praktické poznámky při zpracování mé bakalářské práce. Současně bych chtěla i poděkovat svým rodičům za podporu, kterou mi projevovali nejen při tvorbě této práce ale i po celou dobu mého studia.

# OBSAH

1 CÍL A METODIKA PRÁCE.....	9
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	10
2.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	10
2.2 O KNIHOVNĚ.....	11
2.3 POPIS STÁVAJÍCÍCH PROSTOR.....	11
2.3.1 Chodba se skříňkami .....	12
2.3.2 Výdej knih .....	12
2.3.3 Prostor knihovny a studovny .....	12
2.3.4 Prostor volného výběru knih a časopisů.....	13
2.3.5 Kancelář vedoucího pracovníka .....	13
2.3.6 Sklad.....	13
2.3.7 Sociální zařízení .....	13
2.3.8 Zázemí pro zaměstnance .....	14
2.4 SOUČASNÝ STAV NOVÝCH PROSTOR .....	14
2.5 POŽADAVKY INVESTORA .....	16
2.6 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU .....	18
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKÁ PRÁCE .....	19
3.1 ISO / OSI MODEL .....	19
3.1.1 Jednotlivé vrstvy ISO/OSI.....	20
3.2 ARCHITEKTURA TCP/IP .....	21
3.3 ETHERNET .....	22
3.4 POČÍTAČOVÁ SÍŤ.....	23
3.5 ROZDĚLENÍ POČÍTAČOVÝCH SÍTÍ .....	23
3.5.1 Topologie počítačových sítí .....	24
3.5.2 Rozdělení podle rozlohy .....	26
3.6 PŘENOSOVÉ PROSTŘEDÍ KOMUNIKAČNÍ INFRASTRUKTURY.....	27
3.6.1 Bezdrátová technologie Wi-Fi.....	27
3.6.2 Metalické kabely .....	27
3.6.3 Optické kabely.....	29
3.7 SEKCE KABELÁŽNÍHO SYSTÉMU.....	32
3.7.1 Páteřní vedení (Backbone cabling).....	32
3.7.2 Horizontální vedení (Horizontal cabling).....	33
3.7.3 Pracovní oblast (Work area).....	33
3.7.4 Datový rozvaděč (Telecommunications Closet) .....	34
3.8 TYPY PÁROVÝCH KABELŮ .....	34
3.9 TYP VODIČE .....	36
3.10 ROZDĚLENÍ METALICKÝCH KABELŮ PODLE PARAMETRŮ .....	36
3.11 PRVKY KONEKTIVITY PRO METALICKOU KABELÁŽ .....	38
3.12 OBECNÝ NÁVRH WIFI TECHNOLOGIÍ.....	42
3.13 STUPNĚ PRŮMYSLOVÉ OCHRANY .....	43
3.14 NORMY KABELÁŽNÍCH SYSTÉMŮ.....	44

4 NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ .....	45
4.1 POŽADAVKY NA TECHNOLOGIE .....	45
4.2 NÁVRH POČTU A UMÍSTĚNÍ KONCOVÝCH MÍST.....	46
4.3 DATOVÝ ROZVADĚČ .....	47
4.4 KABELOVÉ TRASY .....	48
4.5 VEDENÍ KABELOVÝCH TRAS .....	48
4.5.1 Volný výběr knih – místnost 2.1 .....	49
4.5.2 Kancelář vedoucího pracovníka knihovny – místnost 2.2.....	49
4.5.3 Počítačová část knihovny – místnost 2.3.....	50
4.5.4 Projektová místnost – místnost 2.4.....	50
4.5.5 Rozmístění WiFi AP.....	50
4.6 NÁVRH PRVKŮ KABELÁŽE .....	51
4.6.1 Prvky konektivity .....	51
4.6.2 Prvky vedení .....	53
4.6.3 Prvky organizace .....	54
4.6.4 Prvky značení .....	55
4.6.5 Způsob značení datových zásuvek .....	55
4.8 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	59
5 ZÁVĚR.....	61
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	65
SEZNAM ZKRATEK .....	66
SEZNAM PŘÍLOH.....	67

# 1 CÍL A METODIKA PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvoření návrhu síťové infrastruktury pro nové prostory fakultní knihovny. Stávající prostory knihovny nedisponují dostatečnou kapacitou míst pro studenty a z tohoto důvodu se naskytuje příležitost pro přesunutí knihovny do nových prostor a vytvoření lepšíš studijních podmínek pro studenty Fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně.

Součástí návrhu je zvolení konkrétního typu materiálu nejvhodnějšího pro tento projekt, plán vedení kabelových tras, rozmístění datových zásuvek, uspořádání v datovém rozvaděči a cenový soupis veškerého materiálu použitého v tomto návrhu.

Nejprve provedeme analýzu současného stavu včetně sestavení požadavků na novou síť, poté se v části Teoretické východiska práce seznámíme se základními pojmy, které souvisí s komunikační infrastrukturou a její výstavbou a v poslední části práce se budeme věnovat samotnému návrhu nové sítě.

## **2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU**

Tato část práce se věnuje představení současného stavu knihovny a shrnutí požadavků na projekt vytvoření síťové infrastruktury v prostorách určených pro přesun knihovny.

Realizaci tohoto projektu zaštituje fakulta podnikatelská a cílem je vytvoření moderního prostoru, který bude studentům nabízet příjemné prostředí jak pro studium a přípravy seminárních prací jednotlivců, tak i pro skupinové práce na studijních projektech.

Fakultní knihovna není pouze místo, kde jsou uloženy knihy a skripta, ale jedná se i o místo, kde studenti tráví svůj volný čas za účelem vzdělávání a získávání informací potřebných pro studium.

### **2.1 Základní informace**

Knihovna Fakulty podnikatelské se nachází v prvním patře budovy Fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně, na adrese Kolejní 2906/4, 612 00 Brno. Knihovna poskytuje mimo výpůjčních služeb i služby reprografické a knihařské – kopírování, tisk, kroužková vazba nebo skenování. Součástí služeb knihovny je umožnění přístupu a využití elektronických studijních materiálů. Studenti mohou knihovnu a výpůjční služby využívat zdarma, kopírování a tisk se řídí platným ceníkem. Kromě studentů je možné (za poplatek) využívání knihovny a jejich služeb i externími návštěvníky.

Knihovna disponuje cca 30 000 knihovních jednotek, jako jsou knihy, skripta a časopisy.

## 2.2 O knihovně

Knihovna a studovna Fakulty podnikatelské byla otevřena v roce 1996 a od tohoto roku poskytuje studentům prostor a zázemí pro vzdělávání a získávání potřebných informací potřebných pro studium.

V roce 2011 prošla knihovna rekonstrukcí, při které bylo do prostor knihovny přivedeno datové připojení, a byly vytvořeny místa s počítači.

Aktuálně knihovna nabízí studentům 56 studijních míst a 21 míst s počítači a přístupem k internetu.



Obr. 1: Studijní a počítačová místa v knihovně. (1)

## 2.3 Popis stávajících prostor

Prostory současné knihovny a studovny jsou umístěny v prvním patře Fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně. Celý objekt knihovny zahrnuje následující části: chodbu se skřínkami, výdej knih, prostor knihovny a studovny, prostor volného výběru knih a časopisů, kancelář vedoucího pracovníka, malý sklad, oddělené

sociální zařízení pro návštěvníky a pracovníky knihovna také zázemí pro personál, které zahrnuje oddělenou šatnu a kuchyňku.

### **2.3.1 Chodba se skříňkami**

Chodba, kterou se prochází při vstupu do knihovny, je vybavena uzamykatelnými skříňkami na uložení věcí, které slouží bezplatně k použití návštěvníkům knihovny. V půdorysu stávajícího stavu (příloha 1) je tato místnost označena jako K105 a má rozlohu 22,15 m<sup>2</sup>.

### **2.3.2 Výdej knih**

Po průchodu chodbou je následující část knihovny označena jako výdej knih. Jedná se o místo, kde je přítomen pracovník knihovny který zajišťuje zapsání vypůjčených knih a také eviduje knihy vrácené. Pracovník knihovny má k dispozici počítač a čtečku čárových kódů. V půdorysu stávajícího stavu (příloha 1) je tato část označena jako K102 a má rozlohu 12,95 m<sup>2</sup>.

### **2.3.3 Prostor knihovny a studovny**

Na část výdeje knih navazuje a není nijak stavebně oddělena část knihovny a studovny. V této části v současné chvíli převažují studijní místa a místa s počítačem. V současné době je studentům k dispozici celkem 56 studijních míst a 21 míst s počítačem. Mimo těchto míst se zde nachází i několik regálů s knihami, které je možno si buďto prezenčně anebo absenčně zapůjčit. Dále je v tomto prostoru také umístěno multifunkční zařízení pro kopírování a tisk, které mohou využít návštěvníci knihovny za poplatek. Pro snadnější orientaci v knihovně je k dispozici v této části také jeden počítač, který je určený pro vyhledávání v databázi Primo. Návštěvník knihovny si tak může najít, zda hledaná kniha či časopis je ve sbírce knihovny a zda je možno si ho vypůjčit. V půdorysu stávajícího stavu (příloha 1) je tato část označena jako K101 má rozlohu 180,3 m<sup>2</sup>.

### **2.3.4 Prostor volného výběru knih a časopisů**

Průchodem přes prostor knihovny a studovny se dostaneme do nejzadnější části fakultní knihovny, které se označuje jako volný výběr knih a časopisů. V této části převládají regály s knihami a časopisy. Veškeré publikace jsou seskupeny dle vědních oborů a v daných skupinách jsou řazeny abecedně. Současně se v této části nachází i několik počítačů pro použití studenty, jeden vyhledávací počítač a multifunkční zařízení pro kopírování tisk. V půdorysu stávajícího stavu (příloha 1) je tato část označena jako K103 a má rozlohu 145 m<sup>2</sup>.

### **2.3.5 Kancelář vedoucího pracovníka**

Součástí knihovny je i menší kancelář, která slouží vedoucímu pracovníkovi knihovny. V půdorysu stávajícího stavu (příloha 1) je tato místnost označena jako K104a a má rozlohu 16,05 m<sup>2</sup>.

### **2.3.6 Sklad**

Současná knihovna má k dispozici malý sklad, který je umístěn přímo v prostorách knihovny. Sklad má rozlohu 10,9 m<sup>2</sup> a v půdorysu současného stavu (příloha 1) je označen jako K104b.

### **2.3.7 Sociální zařízení**

V prostorách knihovny jsou k dispozici toalety pro návštěvníky a odděleně je toaleta pro zaměstnance. V půdorysu stávajícího stavu (příloha 1) jsou tyto místnosti značeny následovně: toalety pro ženy jsou označeny 124a a mají rozlohu 2,7 m<sup>2</sup>, toalety pro muže jsou označeny 124b a mají rozlohu 2,8 m<sup>2</sup> a toalety pro personál jsou označeny 124c a mají rozlohu 1,45 m<sup>2</sup>.

### 2.3.8 Zázemí pro zaměstnance

Součástí knihovny je také šatna pro zaměstnance, ke které je přístup pomocí průchozí místnosti která slouží jako kuchyňka. Šatna má v půdorysu současného stavu označení K131 a má 5,9 m<sup>2</sup> a kuchyňka, díky níž se dostaneme do této šatny a současně také k toaletám pro zaměstnance je označena K107 a má rozlohu 10,25 m<sup>2</sup>.

Celková rozloha stávající knihovny včetně šaten, chodeb a zázemí pro personál je tedy 410,45 m<sup>2</sup>.

## 2.4 Současný stav nových prostor

Objekt, pro který je tento projekt vypracován, se nachází ve 2. podlažním patře budovy Fakulty podnikatelské a zahrnuje prostory vyznačené v půdorysu 2. podlažního patra (příloha 2).

Pro potřeby knihovny je nutné provést stavební úpravy, které jsou vyžadovány z důvodu přizpůsobení prostor požadavkům investora. Po stavebních úpravách bude prostor pro novou knihovnu vypadat následovně (příloha 3):

Stávající označení místnosti	Nové označení	Využití místnosti	Rozloha m <sup>2</sup>
B231,B211,E201,B229, G209	2.1	Volný výběr knih	479,41
B222	2.2	Kancelář vedoucího	20,65
J203	2.3	PC část	59,49
J202	2.4	Projektová místnost	40,22
B232	2.5	Sklad	9,6
B213	2.6	Místnost rozvaděče	11,9
B212a	2.7	WC ženy	14,4
B212b	2.8	WC muži	14
B225	2.9	Sklad	8,83

Tab. 1: Vazba označení stávajících prostor na prostory po stavební úpravě. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Největší část knihovny – místnost 2.1 bude tvořena otevřeným prostorem, kde se bude nacházet volný výběr knih. V tomto prostoru bude také umístěn pult pro pracovníci knihovny, 3 multifunkční zařízení pro kopírování a tisk a 3 vyhledávací počítače. Dále zde budou 4 počítače pro studenty.

Místnost 2.2 bude sloužit jako kancelář vedoucího pracovníka knihovny. Dle požadavků se v této místnosti budou nacházet pracovní místa pro 2 zaměstnance a přípojně místo pro tiskárnu.

V místnosti 2.3 bude umístěno celkem 36 počítačů, které budou k dispozici pro volné použití pro studenty.

Prostor místnosti 2.4 bude využit jako takzvaná projektová místnost. Jedná se o uzavřený prostor, kde bude studentů, umožněno pracovat pohodlně ve skupinkách. V místnosti budou 4 kulaté stoly a na každém z nich bude možné připojit 2 notebooky (pomocí patch cordu). Místnost je úmyslně uzavřena a oddělena tak od ostatního prostoru knihovny a to z důvodu, aby nebyli studenti studující v knihovně rušeni případným hlukem vznikajícím při kolektivní práci na studijních projektech.

Místnosti 2.5, 2.7, 2.8 a 2.9 nevyžadují žádné přípojně místo proto je v návrhu nebudeme řešit.

Místnost 2.6 již byla využívána pro umístění datového rozvaděče. Jedním z požadavků investora bylo využít stávající komunikační infrastrukturu, a proto tuto místnost využijeme i s datovým rozvaděčem a aktivními prvky, které jsou zde umístěny. Místnost je stavebně vhodná (nosnost podlahy), dostatečně zabezpečená a datový rozvaděč i aktivní prvky nabízí dostatek volných míst pro použití v rámci tohoto návrhu.

Ve všech prostorách se nachází sádkartonové podhledy, které poskytují dostatečný prostor pro umístění drátěných žlabů pro vedení kabelových tras. Podlahy jsou pokryty zátěžovým kobercem, pouze v místnosti s datovým rozvaděčem je podlaha pokryta PVC.

Ze stávajícího stavu tedy v návrhu zachováme a využijeme umístění místnosti rozvaděče (i s vybavením) a parapetní žlab v místnosti 2.3 a případně i vhodně umístěné části stávajících kabelových tras.

V prostorách Fakulty podnikatelské je standartní způsob značení zásuvek následující: pořadové číslo zásuvky a označení potu zásuvky takže např.: 201B. Vzhledem k faktu, že prostory dříve sloužili jiným účelům a již zde bylo použito značení zásuvek, je vhodné navázat a pokračovat dále v jednotném stylu značení. Z tohoto důvodu začíná značení zásuvek v návrhu od čísla zásuvky 183.

## **2.5 Požadavky investora**

Fakulta podnikatelská má v dnešní době přes 3 tisíce studentů a na základě pozorování obsazenosti studijních míst bylo zjištěno, že kapacitní prostory knihovny nejsou dostatečné. Základním požadavkem je tedy navýšení počtu studijních míst i míst s počítačem.

Dalším z požadavků je vytvoření kromě počítačových a studijních míst pro jednotlivce také místa přizpůsobená práci ve skupinách. Ideálně by tyto dvě rozdílné části měli ležet co nejdále od sebe, aby nedocházelo k rušení samostatně studujících studentů. Když má skupina efektivně pracovat v týmu, je velmi důležitá zejména komunikace mezi členy a proto se při návrhu pokusíme přizpůsobit prostory tak, aby vyhovovali, jak samostatně studujícím studentům kteří preferují klid, tak i skupinkám které potřebují komunikovat.

Vzhledem ke skutečnosti, že kabelážní systém bude složit prostorám školní knihovny, kde se denně volně pohybuje velké množství studentů, je požadováno zabezpečit všechny dílčí části kabelážního systému tak, aby nebyly možné vnější zásahy a manipulace ze strany neoprávněných osob. Dále je nutné zajistit, aby všechny části komunikační infrastruktury splňovali bezpečnostní normy a žádná část kabelového systému neohrozila ani nepřekážela volně se pohybujícím studentům.

Požadavky investora jsou shrnuty v následující tabulce.

Požadované přenosová rychlost	GE
Počet přípojných míst pro studijní místa s PC	40
Počet studijních míst bez PC	100
Počet přípojných míst pro počítače studentů	8
Wifi pokrytí	Ano (celý prostor)
Přípojně místo pro tiskárnu / kopírku	8
Přípojně místo pro vyhledávací počítače	3
Přípojně místa pro vedoucí a personál knihovny	14
Kamery	2

Tab. 2: Sumarizace požadavků na novou síť. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Další z požadavků je využití stávající infrastruktury. Jedná se o datový rozvaděč, který je umístěn v místnosti 2.6 a disponuje dostatkem volného místa pro instalaci patch panelů pro novou komunikační infrastrukturu. V datovém rozvaděči jsou již umístěny aktivní prvky, které mají dostatek volných portů, proto další z požadavků je využití těchto aktivních prvků. Do místnosti s rozvaděčem je přiveden optický kabel, který má dostatek vláken pro obsluhu aktivních prvků a proto se páteřním vedením v rámci návrhu nové infrastruktury zabývat nebudeme.

Místnost s datovým rozvaděčem	Využit stávající a vyhovující prostory
Datový rozvaděč	Využit stávající
Aktivní prvky	Využit stávající
Přívod páteřního vedení	Využit stávající
Parapetní žlab v místnosti 2.3	Využit stávající

Tab. 3: Požadavky na využití stávající infrastruktury. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tento projekt neřeší fyzické provedení tras – úložný materiál, umístění a přesné délky kabelů. Projekt dále neřeší přesné vybavení místnosti s rozvaděčem, klimatizaci této místnosti, napájení a zálohování napájení jednotlivých komunikačních uzlů, elektronické rozvody, řešení silové sítě pro vedení elektrického proudu v celém objektu a přesné typy a konfiguraci síťových prvků.

## 2.6 Zhodnocení současného stavu

V kapitole 2.4 Současný stav nových prostor jsou popsány prostory, pro které bude vytvořen návrh komunikační infrastruktury. Hlavní část knihovny bude tvořit otevřený prostor. Z tohoto důvodu je vhodné umístění počítačové části do výklenku mezi místnosti 2.2 a 2.4. Vznikne tak částečně oddělená část, které příliš nezasahuje do prostoru knihovny a nebude narušovat klid, který je v knihovně vyžadován. Současně je tato část umístěna přímo naproti pultu pracovníka knihovny, který kromě evidence půjčených a vrácených knih dohlíží také na dodržování klidu v knihovně.

Projektová místnost 2.4 je záměrně uzavřena a to z důvodu nenarušování klidu v knihovně. Práce na týmových projektech totiž vyžaduje komunikaci mezi členy týmu, která by ale mohla rušit ostatní návštěvníky knihovny, kteří v knihovně hledají zejména ticho a klidné prostředí.

Dle mého názoru jsou prostory zvoleny vhodně, vzhledem k účelům, kterým mají sloužit a jejich rozloha je přiměřená k předpokládané návštěvnosti a obsazenosti knihovny. Vhodně je zvoleno zejména umístění počítačové části a oddělení projektové místnosti od otevřeného prostoru knihovny.

Ve všech prostorách jsou umístěny sádkartonové podhledy, které nabízí možnost pro umístění kabelových tras.

Datový rozvaděč je umístěn na strategickém místě a plně vyhovuje prostorům knihovny, proto je jeho využití logické a i z hlediska úspor v rozpočtu vhodné. Stejně jako využití parapetních žlabů v místnosti 2.3 a případné využití i určitých částí stávajících kabelových tras.

### 3 TEORETICKÁ VÝCHODISKÁ PRÁCE

Tato část bakalářské práce se zabývá problematikou a pojmy souvisejícími s vytvořením plně fungující a správně vystavěné komunikační infrastruktury pro počítačové sítě. Pro pochopení této problematiky je nutné vysvětlení alespoň základních pojmů, které s touto oblastí úzce souvisí a jejich znalost je pro tuto práci nezbytná.

#### 3.1 ISO / OSI model

ISO/OSI je obecný model, který definuje síťovou komunikaci, tedy komunikaci mezi počítači. Jedná se o sedm na sebe navazujících vrstev, z nichž tři horní jsou zaměřeny aplikačně a čtyři spodní jsou zaměřeny na přenos. Vrstvy ISO/OSI modelu jsou (vzestupně): fyzická, linková, síťová, transportní, relační, prezenční, aplikační. Každá vrstva má pevně danou funkci a může komunikovat jen se sousedícími vrstvami (s vyšší a s nižší vrstvou). Z důvodu velké rozsáhlosti a těžkopádnosti tohoto modelu, se v dnešní době prakticky nepoužívá – plní roli referenčního modelu (modely, které se reálně používají, vycházejí z jeho logiky a architektury) (2).

Aplikační vrstva
Prezentační vrstva
Relační vrstva
Transportní vrstva
Síťová vrstva
Linková vrstva
Fyzická vrstva

Tab. 4: Vrstvy ISO/OSI modelu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Základním prvkem celého komunikačního systému je kabeláž, která je součástí fyzické vrstvy – 1. vrstvy ISO/OSI modelu). Kvalitní kabeláž je nutným a základním předpokladem dobré funkčnosti celého systému a je nutné uvědomit si, že jediný nevhodně zvolený či nekvalitní prvek sníží přenosové parametry celého kabelážního systému (3).

### **3.1.1 Jednotlivé vrstvy ISO/OSI**

Fyzická vrstva má za úkol zajistit přenos jednotlivých bitů mezi oběma stranami (odesílatel a příjemce) prostřednictvím fyzického média. Tato vrstva odesílá a přijímá bity, nepoužívá žádnou adresaci (4).

Linková vrstva řeší přenos bloků dat (rámců) v jedné síti. K adresaci je používána lokální adresace (4).

Síťová vrstva hledá vhodnou cestu a obstarává přenos paketu k libovolnému uzlu na světě. Pro adresaci se používá globální adresace (4).

Transportní vrstva zajišťuje kvalitu přenosu dat a přizpůsobuje přenos potřebám aplikací. Jednotkou přenosu je datagram a adresa probíhá pomocí identifikátorů procesů (čísla portů), díky kterým se data dostanou ke konkrétní aplikaci (4).

Relační vrstva je nejméně vytiženou vrstvou. Jednotkou přenosu je relace (spojení). Jedná se například o udržování přihlášení na webové stránce. Adresace v této vrstvě není – cílová adresace proběhla již na 4. vrstvě (transportní) (4).

Na prezentační vrstvě probíhají konverze přenášených dat do podoby srozumitelné pro aplikační vrstvu. Cílová adresace již proběhla (na transportní vrstvě), proto adresace pro prezentační vrstvu nemá smysl (4).

Aplikační vrstva obsahuje standardizované části aplikací (přenos zpráv emailového klienta) a umožňuje spolupráci s nestandardizovanými částmi aplikací (např.:

uživatelské rozhraní). Adresaci aplikační vrstva neřeší (již byla cílová adresace vyřešena na transportní vrstvě) (4).

### 3.2 Architektura TCP/IP

Pojem TCP/IP označuje sadu definovaných protokolů pro síťovou komunikaci. Síťová architektura TCP/IP se stala standardem pro komunikaci mezi zařízeními. Je to zejména díky volné dostupnosti a otevřenosti dalšímu vývoji. Vznikala postupně, vždy jako reakce na aktuální požadavky. Základními prvky TCP/IP architektury jsou (vzestupně): vrstva síťového rozhraní, síťová vrstva, transportní vrstva, aplikační vrstva (2).

Aplikační vrstva
Transportní vrstva
Síťová vrstva
Vrstva síťového rozhraní

Tab. 5: Vrstvy TCP/IP architektury. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Vrstvu síťového rozhraní architektura TCP/IP nedefinuje – využívá existujících řešení různých přenosových síťových technologií – Ethernet, Token Ring, atd. Síťová vrstva je nejnižší vrstva, kterou architektura TCP/IP definuje a pracuje s jednotným přenosovým protokolem IP (IP over everything – dokáže pracovat nad vším, co umí přenášet data mezi sousedními uzly). Transportní vrstva pracuje s jednotnými přenosovými protokoly TCP a UDP. TCP/IP nemá oproti ISO/OSI presentační ani relační vrstvu, protože vychází z předpokladu, že ji nepotřebují všechny aplikace a ty, které ji potřebují, si musí jejich činnost realizovat samy. Poslední a nejvyšší vrstvou TCP/IP je vrstva aplikační, která obsahuje všechny protokoly poskytující konkrétní aplikace jako například protokoly http, DHCP, NFS, FTP a mnoho dalších (2).

TCP/IP model je tedy složený ze 4 vrstev, oproti modelu ISO/OSI který se skládá ze sedmi vrstev. Model TCP/IP lze tedy chápat jako architekturu (nad obecným ISO/OSI referenčním modelem) používanou pro rodinu protokolů TCP/IP (2).

ISO/OSI		TCP/IP
Aplikační vrstva	➔	Aplikační vrstva
Prezentační vrstva		
Relační vrstva		
Transportní vrstva	➔	Transportní vrstva
Síťová vrstva	➔	Síťová vrstva
Linková vrstva	➔	Vrstva síťového rozhraní
Fyzická vrstva		

Tab. 6: Porovnání ISO/OSI modelu a TCP/IP architektury. (Zdroj: Vlastní zpracování)

### 3.3 Ethernet

Ethernet je v současné době nejrozšířenější síťová architektura 1. a 2. vrstvy dle ISO/OSI. Velmi oblíbeným se stal zejména díky jednoduchosti a nízké ceně. Ethernetové rozhraní, pro něž je standart konektor typu RJ-45, kterým se osazují párové kabely, se stal standardem notebooků, stolních počítačů, v dnešní době i televizí či herních konzolách a mnoha dalších zařízeních. Ethernet je standardizován jako standart IEEE 802.3. Jedná se o souhrn technologií, které používají pro komunikaci párové (TP – Twisted Pair) nebo optické kabely (FO – Fiber Optic), případně dříve zejména koaxiální kabely a pracují s přenosovými rychlostmi od 10Mb/s do 100 Gb/s (4).

Původní Ethernet, který využíval koaxiální kabel, využíval topologii sběrnice. Všechny počítače v síti tak byly připojeny na jeden centrální kabel. Dnes používaný Ethernet ale využívá topologii zapojení prvků do hvězdy. Ve středu hvězdy je rozbočovač, ze kterého vede ke každému počítači (či zařízení v síti) vlastní kabel (4).

označení	přenosová rychlost	rok	standart	kódování	poznámka
	10 Mb/s	1985	802.3	4B / 5B	
Fast	100 Mb/s	1995	802.3u	4B / 5B	
Gigabit	1000 Mb/s	1999	802.3ab	8B / 10B	
10	10 Gb/s	2006	802.3an	64B / 66B	
40	40 Gb/s	2010	802.3ba	64B / 66B	Pouze optika
100	100 Gb/s	2010	802.3ba	64B / 66B	Pouze optika

Tab. 7: Porovnání ISO/OSI modelu a TCP/IP architektury. (4)

### 3.4 Počítačová síť

Počítačová síť je pojem, kterým označujeme vzájemné propojení dvou a více zařízení za účelem přenosu dat, komunikace a sdílení dat či jiných zařízení (např.: tiskárny, servery,...). Počítačové sítě zahrnují prvky komunikační infrastruktury a koncové uzly. Komunikační infrastrukturu dále dělíme na pasivní vrstvu a aktivní prvky. Pasivní vrstva zahrnuje kabeláž a její konektory, rozvaděče, kabelové trasy a u bezdrátových sítí i prostor, ve kterém se data přenáší. Mezi aktivní prvky patří například switche, routery, firewally (3).

### 3.5 Rozdělení počítačových sítí

Počítačové sítě můžeme dělit podle mnoha kritérií. Mezi hlavní z rozdělení patří dělení podle topologie, nebo rozlohy.

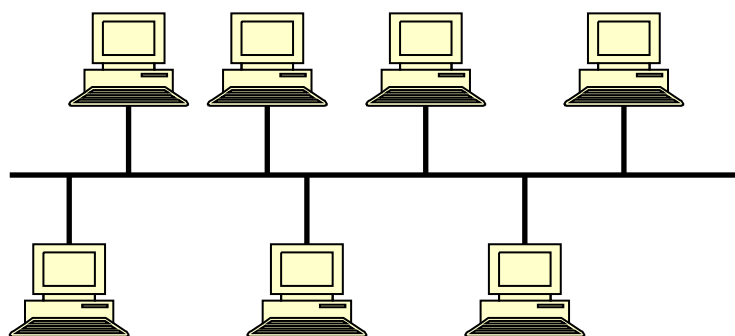
### 3.5.1 Topologie počítačových sítí

Topologie je popis uspořádání a propojení jednotlivých uzlů počítačové sítě. Jedná se v podstatě o mapu sítě, která nám popisuje uspořádání a propojení jednotlivých uzlů počítačové sítě (3).

Topologie může být fyzická nebo logická. Fyzická topologie znamená reálné uložení a propojení uzlů kabely, logická topologie udává způsob propojení jednotlivých koncových uzlů. Logická topologie může být odlišná od fyzického vedení kabelů k uzlům (3).

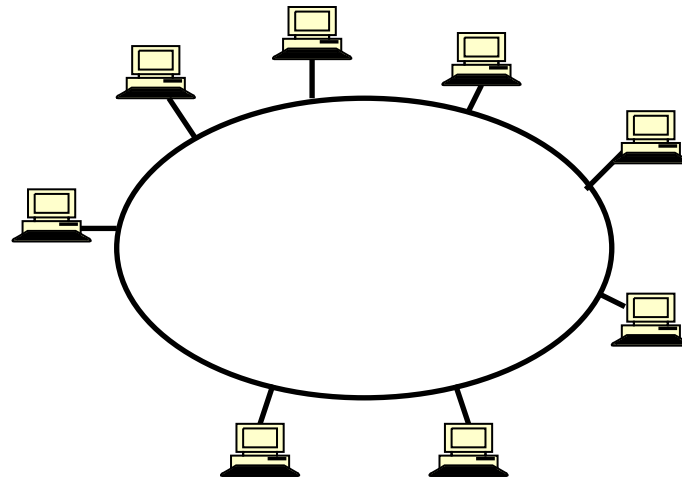
U počítačových sítí rozlišujeme 3 základní topologie:

BUS neboli sběrnice topologie – je nejstarší ale současně nejjednodušší způsob propojení koncových uzlů v síti. Jedná se o lineární propojení všech uzlů pomocí jednoho hlavního kabelu. Data, která jsou v takovéto síti přenášena, jsou doručována postupně do každého koncového uzlu, pokud pro něj nejsou určena, tak jsou přeposlána na další koncový uzel a to do okamžiku než je nalezen adresát. V jednom okamžiku může v síti posílat data pouze jeden koncový uzel. Proto při zapojování více uzlů do takovéto sítě dochází ke snižování rychlosti přenosu. Současně v této topologii nastává problém při selhání byť jen jediného koncového uzlu – celá síť se stane nefunkční z důvodu lineárního zapojení na jeden kabel (5).



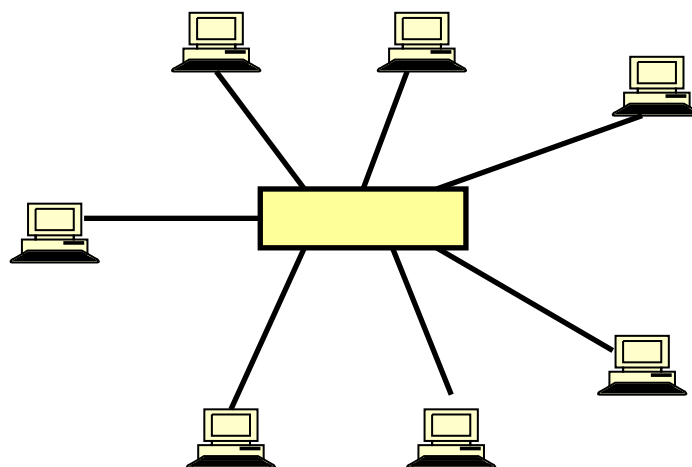
Obr. 2: Schéma topologie BUS. (3, s. 15)

RING neboli kruhová topologie – jedná se o zapojení koncových uzlů v síti do kruhu, tzv. každý koncový uzel je propojen se sousedním, až nakonec poslední koncový uzel v síti propojíme s prvním a tím dojde k uzavření kruhu. Data putují od jednoho uzlu ke druhému do doby, než jsou přenesena ke svému příjemci. V této topologii existuje jedna redundantní trasa (5).



Obr. 3: Schéma topologie RING. (3, s. 15)

STAR neboli hvězdicová topologie – v dnešní době se jedná o nejpoužívanější topologii. Každý koncový uzel v síti je zapojen do centrálního aktivního prvku (kterým může být hub nebo switch), přes který probíhá veškerá komunikace mezi všemi koncovými uzly sítě. Pokud dojde k nefunkčnosti jednoho koncového uzlu, zbytek sítě funguje dál bez problémů. Problém nastává pouze v případě, kdy dojde k poruše aktivního prvku – tím se stane nefunkční celá síť (5).



Obr. 4: Schéma topologie STAR. (3, s. 16)

BUS, RING a STAR jsou základní a nejpoužívanější topologie pro sítě menšího rozsahu. Pro sítě většího rozsahu se v praxi používají zejména kombinace těchto topologií (3).

### **3.5.2 Rozdělení podle rozlohy**

Sítě můžeme dělit dle rozlehlosti na následující:

PAN – Personal Area Network – osobní počítačová síť. Jedná se o rozlohu o nejmenší počítačovou síť. Je určena pro použití jednotlivcem či případně malou skupinkou uživatelů (v rámci jednoho bytu či rodinného domu). V této síti je propojeno jen velmi málo zařízení, které slouží zejména pro osobní potřebu (počítač, tiskárna, notebook). Dosah těchto sítí bývá jen několik metrů (2).

LAN – Local Area Network – lokální (místní) počítačová síť. Jedná se o síť, která se rozprostírá v jedné budově případně i třeba pouze v jednom patře budovy. Jednotlivé prvky od sebe nejsou vzdáleny více než několik stovek metrů a většinou tyto sítě obsahují pár desítek počítačů. Tyto sítě většinou propojují méně než sto počítačů. Prioritou těchto sítí je přenos dat vyšší rychlostí ale na malé vzdálenosti. Přenos je realizován kabelem (2).

MAN – Metropolitan Area Network – metropolitní počítačová síť. Jedná se o propojení několika LAN sítí. Většinou tato síť nemá větší rozsah než průměr do 50 km. Takovéto sítě bývají například univerzitní či městské počítačové sítě (2).

WAN – Wide Area Network – počítačové sítě velkého rozsahu. Soustava desítek sítí LAN a WAN, v podstatě neexistuje omezení rozlohy. Jedná se o rozlehlé sítě, které mohou být umístěny v několika státech či zemích (2).

## **3.6 Přenosové prostředí komunikační infrastruktury**

Jedná se o prostředí, díky kterému je uskutečňována datová komunikace. Komunikace může být uskutečňována pomocí metalických či optických kabelů nebo bezdrátových technologií (3).

### **3.6.1 Bezdrátová technologie Wi-Fi**

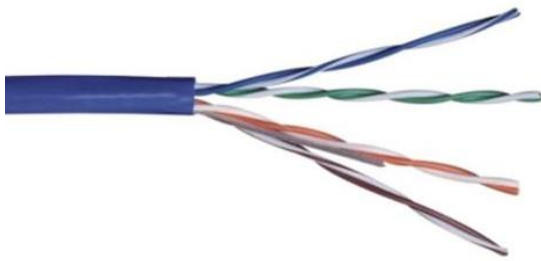
Technologie bezdrátového přenosu dat využívá bezlicenční frekvenční pásma 2,4 GHz a 5 GHz. Technologie Wi-Fi vychází ze specifikací standardu pro lokální bezdrátové sítě IEEE 802.11. Výhodou bezdrátového přenosu je možnost přenášet data bez nutnosti rozvodu kabelů. Nevýhodou může být nižší přenosová rychlost (zejména výrazně nižší oproti optickým kabelům) a vysoké nároky na zabezpečení sítě. V dnešní době je asi největším záporem bezdrátových sítí velké rušení, které je způsobeno zejména využíváním pásma i jinými technologiemi (4).

### **3.6.2 Metalické kabely**

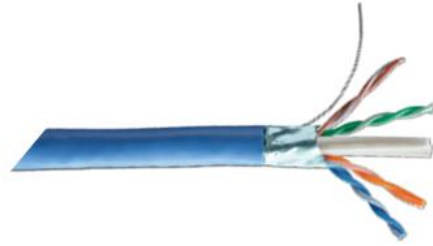
Data jsou metalickými kabely přenášena pomocí elektrického proudu. Existují různé druhy metalických kabelů jako např.: koax, párové kabely, QUAD kabely, a další. Pro tuto práci jsou nejdůležitější párové kabely, které jsou vhodné pro počítačové sítě (3).

Symetrické párové metalické kabely dělíme podle mnoha parametrů. Podle konstrukce kabelů je můžeme rozdělit na:

a) nestíněné nebo stíněné (stíněné opletením, fólií nebo fólií i opletením) – stínění má zabránit proniknutí elektromagnetického pole z vodičů do okolního prostředí a také opačně (proniknutí elektromagnetického rušení, které poškozuje přenášený signál, k vodičům) (3).



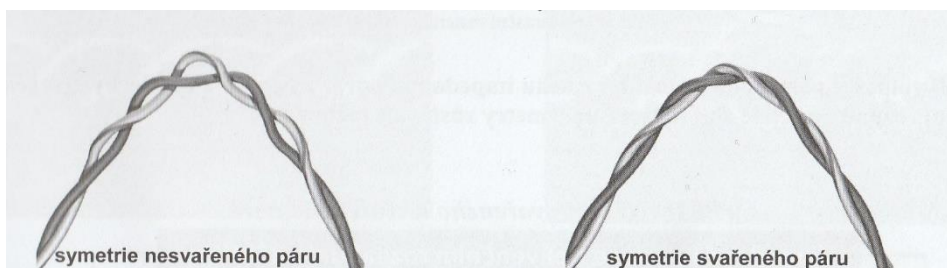
Obr. 6: Nestíněný párový kabel. (6, s. 40)



Obr. 5: Párový kabel stíněný fólií. (6, s. 35)

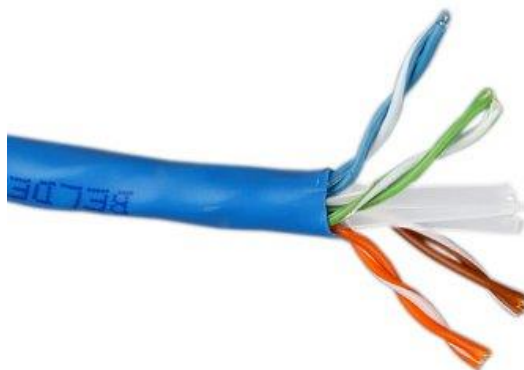
b) konstantní zkroucení párů nebo proměnné zkroucení – proměnné zkroucení vodičů uvnitř kabelu je nežádoucí. Konstantní zkroucení je rozhodující faktor pro podélnou stabilitu impedance (parametr ovlivňující kvalitu přenosu) (3).

c) standartní pár (pouze zkroucené vodiče) nebo svařený pár – pokud chceme docílit co nejlepší kvality přenosu, měli bychom zvolit kabel se svařenými páry. Symetrie svařeného krouceného páru je totiž zachována i při ohybu kabelu a tím je ovlivněno zlepšení přenosových parametrů a jejich stability oproti kabelu s nesvařeným krouceným párem (3).



Obr. 7: Rozdíl symetrie vodičů u nesvařeného a svařeného páru. (3, s. 35)

d) s prvky pro snížení přeslechů mezi páry v kabelu nebo bez – díky vložení prvku mezi páry kabelu docílíme snížení přeslechů (nežádoucího vzájemného rušení) mezi jednotlivými páry. Snížení přeslechů je docíleno díky oddálení jednotlivých párů – vložený prvek vytvoří mezi jednotlivými páry větší vzdálenost (3).



Obr. 8: Párový kabel s prvkem pro snížení přeslechů mezi sousedními vodiči. (6, s. 26)

Dále existuje mnoho dalších možností, dle kterých lze kabely dělit jako například: dle prostorového uspořádání vodičů v kabelu (kruhové nebo ploché), stíněním jednotlivých párů kabelu kvůli snížení přeslechů mezi kabely a podobné. Tyto řešení nejsou nutné pro použití v běžném prostředí, ale zejména v průmyslových prostorách kde jsou požadavky na kabeláž mnohem vyšší (3).

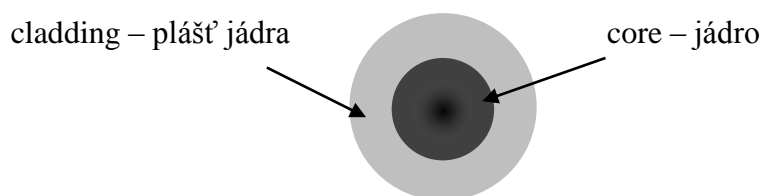
### 3.6.3 Optické kabely

Optické kabely přenášejí data pomocí světelných impulsů po skleněném (či plastovém) optickém vlákne, které je uzavřeno uvnitř optického kabelu. Optické kabely mají oproti metalickým mnoho výhod jako například vyšší přenosové rychlosti, přenosy na velké vzdálenosti (až stovky kilometrů) a nemusí řešit problémy spojené s přenosem elektrického signálu (rušení, zemnění). Naopak zápory optických kabelů jsou například vysoká pořizovací cena, složitější instalace a velká citlivost na ohyb či zkroutění.

Využití optických kabelů je tedy zejména v místech s velkým elektromagnetickým rušením (jako jsou výrobní haly) nebo při přenosech na velké vzdálenosti (2).

Skleněné optické vlákno je tvořeno ze dvou neoddělitelných částí. Uprostřed vlákna je jádro (core), které je z křemičitého skla dopovaného germaniem a na jádru je neoddělitelná vrstva neboli opláštění (cladding), která plní funkci odrazné vrstvy a je vyrobena z čistého skla (2).

Optické vlákna mohou být skleněná, plastová nebo kombinovaná (jádro je ze skla, opláštění je plastové) (3).



Obr. 9: Optické vlákno. (3, s. 109)

Podle přenosového módu dělíme optické vlákna na SI – Single Mode (jedno-vidové) nebo MM – Multi Mode (více-vidové). Pro vlákna MultiMode se používá světlo s vlnovou délkou 850 a 1300nm, zatímco pro vlákna SingleMode se používá vlnová délka 1310 a 1550nm. Pro přenosy sítě Ethernet na MultiMode optických vláknech je následující přiřazení jednotlivým variantám přenosu (3).

850nm	Ethernet	10Mbit/s
1300nm	Fast Ethernet	100Mbit/s
850nm	Gigabit Ethernet	Gbit/s
850nm	10Gigabit Ethernet	10Gbit/s

Tab. 8: Varianty přenosu MultiMode optických vláken. (3, s. 111)

Podle průběhu indexu lomu dělíme optická vlákna na:

SI	Step Index	Skoková změna
MI	Mulistep Index	Skoková změna s více stupni
GI	Gradient Index	Plynulá změna

Tab. 9: Dělení FO dle průběhu indexu lomu. (3, s. 111)

Podle přenosového módu vláken rozlišujeme:

SI	Single Mode	jedno-vidový
MM	Multi Mode	více-vidový

Tab. 10: Dělení FO dle přenosového módu vláken. (3, s. 111)

Optická vlákna také můžeme dělit podle průměru samotného jádra:

8 nebo 9 $\mu$ m	režim přenosu SM	Jádro SI	Skleněné FO
50 nebo 62,5 $\mu$ m	režim přenosu MM	Jádro GI	Skleněné FO
100 $\mu$ m	režim přenosu MM	Járo SI	Skleněné FO – nejstarší, již se nepoužívá
980 $\mu$ m	režim přenosu MM	Jádra SI, MI, GI	POF – plastové

Tab. 11: Dělení FO dle průměru jádra. (3, s. 111)

Podle pláště jádra (odrazné vrstvy) dělíme optická vlákna na:

125 $\mu$ m	u skleněných vláken s jádrem průměru 8,9,50 a 62,5 $\mu$ m
140 $\mu$ m	u skleněných vláken s jádrem průměru 100 $\mu$ m (téměř se již nepoužívá)
1000 $\mu$ m	u plastových vláken

Tab. 12: Dělení FO dle pláště jádra. (3, s. 112)

Dělení podle ochrany vlákna:

a) Primární – speciální lak, který chrání FO proti vlhkosti a chemickým vlivům, průměr 250 $\mu$ m, na skleněném vlákne je vždy (3).

b) Těsná sekundární – jedna z variant mechanické ochrany, jedná se o těsnou plastovou bužírku, která je aplikovaná na primární ochranu, průměr má 900 $\mu$ m a chrání vlákno mechanicky – poskytuje mu pevnost pro instalaci optického konektoru (3).

c) Volná sekundární – druhá z variant mechanické ochrany, jedná se o trubičku, do které je volně uloženo několik vláken s primární ochranou a prostor je vyplněn gelem. Průměr trubičky je závislý na počtu vláken. V tomto případě vlákna nejsou mechanicky chráněna, a proto tento typ není vhodný pro instalaci optického konektoru (3).

Skleněné optické vlákna se používají zejména v páteřních rozvodech a u vedení na dlouhé vzdálenosti, plastová pak při přenosech na krátké vzdálenosti, v automatizační technice, letadlech, apod. (3).

### **3.7 Sekce kabelážního systému**

Kabelážní systém je možné rozdělit do jednotlivých sekcí, přičemž každá sekce má určité normy, které kabelážní systém musí splňovat.

#### **3.7.1 Páteřní vedení (Backbone cabling)**

Propojuje datové rozvaděče. Dle normy EN 50173 je páteřní sekce pro datové služby realizována výhradně z optických kabelů (3).

### **3.7.2 Horizontální vedení (Horizontal cabling)**

Propojuje datový rozvaděč s datovou zásuvkou na pracovišti. Nejedná se pouze o horizontálně vedené kabely – mohou být vedeny i vertikálně. Dle EN 50173 je horizontální sekce většinou z metalických kabelů, lze ji ale realizovat i z optických kabelů – tzv. Fiber to Desk (jedná se kabel s plastovými optickými vlákny) (3).

Pokud je horizontální sekce tvořena metalickými kabely, může mít horizontální linka maximální délku elektrického vedení 90m a vždy musí být použit kabel s vodičem typu drát. Jedna strana linky je zakončena v Jacku RJ-45 v datové zásuvce a druhá strana v datovém rozvaděči. Je nutné, aby byly vždy zakončeny (jak v rozvaděči, tak v Jacku) všechny čtyři páry kabelu. Dále pro zachování přenosových vlastností se doporučuje, aby byla linka z obou stran zakončená stejným typem Jacku s použitím stejné zářezové technologie. Pokud používáme stíněné kabely, je nutné zajistit kvalitní spojení stíněného kabelu se stíněním v Jacku. Stínění linky je uzemněno pouze v datovém rozvaděči a nikdy se nezemní strana, kde je datová zásuvka. Navíc je nutné počítat, že délka kabelu může být v případě nejvíce zkrouceného páru elektrického vedení kratší – 90m je maximální délka elektrického vedení, pokud jsou vodiče nejvíce zakrouceny, délka kabelu je kratší (3).

### **3.7.3 Pracovní oblast (Work area)**

Sem jsou zahrnuty propojovací kabely v datovém rozvaděči a připojovací kabely na pracovišti. Připojovací kabely musí být zhotoveny s pružného kabelu s vodičem typu lanko. Vodič typu drát je pro pracovní oblasti nevhodný (3).

Horizontální linka a pracovní vedení tvoří dohromady horizontální kanál, jehož maximální povolená délka v případě použití metalických kabelů je 100m. Opět je délka 100m uváděna jako délka elektrického vedení – v případě nejvíce zkroucených párů je tedy délka kabelu kratší (3).

Kanál zónové kabeláže je tvořen linkou, přechodovým kabelem a pracovním vedením (propojovací kabel v datovém rozvaděči) a připojovacím kabelem na pracovišti. Maximální délka je 100m a opět platí, že délkou se počítá délka elektrického vedení metalického kabelu a ne celková délka kabelu (3).

#### **3.7.4 Datový rozvaděč (Telecommunications Closet)**

V datovém rozvaděči jsou umístěny přepojovací panely, organizéry kabeláže, aktivní prvky sítě a další zařízení. Jedná se o uzel, do kterého vstupuje páteřní vedení a vystupuje z něj horizontální vedení, které je z něj rozvedeno do jednotlivých datových zásuvek. Standardizovaná šířka datového rozvaděče je 19 palců a výška se udává v jednotkách modulu – U (udává počet panelů, které je možné do něj zasadit) (3).

### **3.8 Typy párových kabelů**

UTP – nestíněný párový kabel

STP / FTP – párový kabel s celkovým stíněním

ISTP – celkově stíněný párový kabel s individuálním stíněním jednotlivých párů

Uvnitř kabelu se nachází 4 páry kroucených izolovaných vodičů. Každý pár může být samostatně stíněn, kolem všech párů může být celkové stínění kabelu, mezi páry může být vložen prvek pro oddělení párů a vrchní částí kabelu je plášť, který může být i vícenásobný. Existují 2 odlišné značení typu kabelu a to anglické a německé. Rozdíl je uveden v následující tabulce (3).

Stínění kabelů – existují dva typy stínění metalických kabelů a to buďto stínění opletením anebo stínění fólií. U stíněné fólií je možné dosáhnout až 100% stínění v případě, že je folie vodivě uzavřena kolem párů kabelu a při ohybu tak nemůže vzniknout mezera mezi fóliemi. U kabelů stíněných opletením nelze očekávat lepší stínění než 86% to jen při nejvyšší hustotě opletení (3).

anglicky	německy	popis
UTP	U/UTP	nestíněný kabel
STP	S/UTP	kabel stíněný opletením
FTP	F/UTP	kabel stíněný fólií
STP	SF/UTP	kabel stíněný opletením a fólií
ISTP	S/FTP	kabel s individuálním stíněním párů – páry fólií, celkově opletením
ISTP	F/FTP	kabel s individuálním stíněním párů – páry fólií, celkově fólií
ISTP	U/FTP	kabel s individuálním stíněním párů – páry fólií, celkově není

Tab. 13: : Přehled označování typů kabelů. (3, s. 14)



Obr. 10: S/FTP kabel – páry stíněné fólií, celkově opletením. (10)

### **3.9 Typ vodiče**

Metallické kabely se vyrábějí se dvěma typy vodičů. Tyto vodiče rozlišujeme z důvodu rozdílného použití. Vodič typu drát se používá pro rozvody horizontální sekce, zatímco vodič typu lanko se používá pro přepojovací a přípojovací kabely. Rozdíl je v tvrdosti materiálu, proto drát je vhodnější pro rozvody, se kterými se nemanipuluje, zatímco lanko je ohebnější a proto se využívá pro přepojovací kabely. S typem vodiče souvisí také typ konektoru, který je pro drát jiný než pro lanko (3).

### **3.10 Rozdělení metalických kabelů podle parametrů**

Při výběru nejvhodnějšího typu kabelu pro konkrétní komunikační infrastrukturu se řídíme parametry jednotlivých kabelů. Základní parametry, dle kterých určujeme nejvhodnější kabel pro danou infrastrukturu je požadovaná rychlost přenosu a případná nutnost stínění kabelu (3).

V tabulce níže jsou kabely klasifikovány do jednotlivých kategorií a tříd. Na základě materiálových parametrů rozdělujeme kabely do kategorií 1 až 7A a to dle frekvenčního rozsahu. Označení třída je pak hodnotící parametr nainstalovaného celku dle frekvenčního rozsahu tj. včetně vlivu na preciznost instalace (3).

třída	kategorie	frekvenční rozsah	obvyklé použití	stav použití
A	1	do 100kHz	Analogový telefon	
B	2	do 1MHz	ISDN	
C	3	do 16MHz	Ethernet 10Mbit/s	
-	4	do 20MHz	Token Ring 16Mbit/s	
D	5	do 100MHz	FE, ATM155, GE	aktuálně
E	6	do 250MHz	ATM1200	aktuálně
E <sub>A</sub>	6A	do 500MHz	10GE	aktuálně
F	7	do 600MHz	10GE	
F <sub>A</sub>	7A	do 1000MHz	10GE a více	

Tab. 14: Přehled klasifikací tříd a kategorií pro kabely komunikační infrastruktury. (3, s. 13)

Svaření páru – pokud klademe důraz na co nejlepší přenosové parametry, tak bychom rozhodně měli volit kabel se svařeným párem. Díky svaření krouceného páru totiž dosáhneme lepší symetrie párů a tím nebudou ovlivněny přenosové parametry. Špatná symetrie páru (tedy problém nesvařených párů) způsobuje například nežádoucí odrazy signálu, šumy a vyzařování (přeslechy). Dobrá symetrie páru je tedy základní předpoklad dobrých přenosových parametrů. Svařený pár tedy kombinuje výhody centrovaného koaxiálního kabelu s praktičností párových kabelů (3).

Přeslechy mezi páry v kabelu – mezi páry vzniká elektromagnetické vlnění (přeslechy), které je nežádoucí. Pro eliminaci přeslechů se používají následující řešení: Různé výšky závitu zkroucení – nevýhodou tohoto řešení je výsledná odlišná délka jednotlivých párů (pár, který je více zakroucen musí být delší aby výsledná délka všech párů v kabelu byla stejná). Díky delšímu vodiči tak vzniká rozdílové zpoždění. Tato možnost je tedy dostačující pro kabely do Cat.5. Pro vyšší kategorie je nutné jiné řešení a to buď zvýšení vzdálenosti párů kabelu – vložení kříže nebo separační pásky (pro Cat.6 a 6a), jiné prostorové uspořádání párů v kabelu – plochý kabel (pro Cat.6 a 6a) anebo stínění jednotlivých párů (pro Cat.6a a 7) (3).

Z důvodu různých konstrukčních řešení vyráběných v různých kategoriích je níže v tabulce uvede přehled, jaké konstrukce kabelů se v jaké kategorii vyrábí. V tabulce jsou uvedeny pouze kabely od kategorie 5 a to z důvodu frekvenčního rozsahu do 100MHz, který je pro potřeby dnešních síťových infrastruktur je to minimální.

kategorie	frekvenční rozsah	prvek pro snížení přeslechů mezi páry v kabelu (např. kříž)	prvek pro snížení přeslechů mezi páry sousedních kabelů
5	100MHz	ne	ne
6	250MHz	ano	ne
6A	500MHz	ano	ano
7	600MHz	V UTP provedení není	
7A	1000MHz		

Tab. 15: Přehled konstrukčních řešení UTP kabelů. (3, s. 47)

kategorie	varianta	frekvenční rozsah	prvek pro snížení přeslechů mezi páry v kabelu (např. kříž)	individuální stínění párů kabelu	celkové stínění kabelu
5		100MHz	ne	ne	ano
6		250MHz	ano	ne	ano
6A	1	500MHz	ano	ne	ano
6A	2	500MHz	ne	ano	ne
6A	3	500MHz	ne	ano	ano
7		600MHz	ne	ano	ano
7A		1000MHz	ne	ano	ano

Tab. 16: Přehled konstrukčních řešení STP kabelů. (3, s. 47)

### 3.11 Prvky konektivity pro metalickou kabeláž

Port je obecné označení pozice konektoru v datové zásuvce, přepojovacím panelu nebo aktivním prvku a toto označení platí bez ohledu na typ použitého konektoru. Obecné označení konektorů je JACK pro zásuvku (většinou v zařízení) a PLUG pro zástrčku (na

připojovacím kabelu). Toto označení platí bez ohledu na typ či konstrukci konektorů (3).

Typ konektoru JACK může být buďto pevný, který jsou zabudovaný v zařízení anebo modulární (vyměnitelný). Modulární konektory mají dva typy možného uchycení a to uchycení typu Keystone a uchycení typu Non-keyston. Keystone uchycení je normalizované velikostí obdélníkového otvoru, do kterého se JACK zasune a uchytí se pomocí pružné západky a pevné zarážky. Reprezentuje tedy univerzální systém uchycení konektorů, který používá mnoho výrobců. Uchycení typu Non-keystone má specifický systém uchycení, který se liší dle výrobce, případně i dle typových řad jednoho výrobce (3).



Obr. 12: Jack RJ45 Keystone. (6, s. 30)



Obr. 11: Jack RJ45 Non-Keystone. (6, s. 33)

Prvky konektivity můžeme dělit podle konstrukce (pevné nebo modulární), dle umístění (přepojovací panely, datové zásuvky) anebo dle stupně průmyslové ochrany (3).

Standartním konektorem pro komunikační systémy je modulární zásuvka a zástrčka RJ45, která má osm kontaktů pro připojení všech čtyř párů. Dělají se stíněné nebo nestíněné, kategorie 3, 5, 6 a 6A a s ochranou IP20. Používají se do modulárních datových zásuvek i do modulárních Patch Panelů. Konektory RJ45 se vyrábí v provedení způsobu uchycení Keystone i Non-Keyston (3).

Konektor – ze zadní strany jsou vhodnou technologií připojeny vodiče kabelu, ze přední strany do něj přichází konektor proti-kus na propojovacím kabelu (3).

Adapter, nebo taky spojka pro dva kabely zakončené konektory. Do adaptéru tedy z obou stran přichází konektory (3).

Pro zakončení pracovního vedení jsou základními používanými konektory stíněný nebo nestíněný Plug RJ45 v provedení vodiče lanko nebo drát. Rozdíl je v provedení zářezového kontaktu. Plug pro lanko se zářezává podélně v ose do vodiče a má dvě špičky, které pronikají do středu vodiče mezi jednotlivé drátky lanka. Plug pro drát má tři špičky, které nejsou v jedné rovině, ale jsou vyhnuté do stran a to tak, že první a třetí na jednu stranu a prostřední na stranu druhou. Špičky prořezávají izolaci vodiče a drát dosedne dovnitř a tím je zajištěno spojení (3).



Obr. 13: Stíněný konektor RJ45. (11)



Obr. 14: Nestíněný konektor RJ45. (12)

Je nezbytné, aby se pro vodič použil konektor určený pro stejný typ materiálu. V případě instalaci Plugu určeného pro lanko na vodič drát nikdy nezajistíme spolehlivé spojení (3).

Datové zásuvky – používají se k propojení horizontálního vedení s pracovní oblastí. Rozlišujeme několik typů datových zásuvek. Mohou být integrované (s pevně daným počtem a typem portů) nebo modulární, které si do jisté míry můžeme přizpůsobit (buď ve variantě uchycení Keystone nebo Non-keystone). Dále můžeme zvolit, zda chce uchycení zásuvky na zeď nebo například do podlahového boxu (3).



Obr. 15: Datová zásuvka na omítku (8)

Přepojovací panel (Patch Panel) – jedná se o nejpohodlnější variantu způsobu přepojování metalických linek. Pomocí propojovacích kabelů s potřebnými konektory propojíme port Patch Panelu s portem aktivního prvku. Výhodou tohoto řešení je snadné přepojení bez nutnosti účasti specialisty.



Obr. 16: Patch Panel od firmy Panduit. (9)

### 3.12 Obecný návrh Wifi technologií

Každý WiFi AP (access point = přístupový bod) potřebuje být napájen – pro tento účel bývá součástí AP i síťový adaptér. Jsou ale i místa, kde není možné, nebo by bylo velmi náročné, vybudovat elektrickou zásuvku do které by mohl být tento adaptér připojený, a proto se využívá druhá možnost – PoE (Power on Ethernet). Jedná se o napájení přístupového bodu pomocí ethernetového kabelu. Pokud chceme využívat PoE, je nutné aby tuto funkci uměli obě propojené zařízení – napájecí zdroj i napájené zařízení. Obě zařízení spolu komunikují tak, aby byl zajištěn dostatečný proud ale současně i ochrana obou zařízení. Další podmínkou je použití datového kabelu většího průřezu (20).

Dosah signálu pokud je WiFi AP v uzavřené kanceláři je cca 15 – 20 metrů, u open space kanceláře je to cca 30 metrů. Dále je nutné myslet na doporučený počet současně připojených uživatelů, který by neměl překročit 25 přístupujících zařízení současně. Pokud tedy počítáme s vybudováním sítě, ke které se bude připojovat více zařízení, je vhodné umístit do prostoru více přístupových bodů (20).

Pokud na pokrytí prostoru potřebujeme použít více zařízení WiFi AP, je vhodně správně zvolit rádiové frekvence. Pokud bychom nechali všechny přístupové body pracovat na jedné frekvenci, signály by se překrývali a to by mělo za následek nefunkčnost sítě. Tedy pro přenos v pásmu 2,4 GHz jsou nepřekrývající se rádiové kanály pouze 1, 6 a 11. Pokud máme v blízkosti více WiFi AP je tedy vhodné volit jejich kanály tak, aby se nepřekrývali (20).

V neposlední řadě, je nutné zkontrolovat vyzařovaný výkon jednotlivých zařízení. V pásmu 2,4 GHz je předepsaný vyzářený výkon maximálně 100mW (= 20 dBm). V případě nedodržení tohoto maximálního výkonu se provozovatel WiFi sítě vystavuje riziku pokuty od ČTÚ (až v řádech statisíců Kč). Pokud se při návrhu WiFi sítě zvolí vhodné přístupové body od kvalitních a spolehlivých výrobců tato kontrola i případná úprava probíhá automaticky (20).

### 3.13 Stupně průmyslové ochrany

Stupeň ochrany před vniknutím pevných cizích těles udává první číslici a stupeň ochrany proti vniknutí vody udává druhou číslici kódu (3).

Spojením těchto dvou číslic vzniká kód, který udává, jak je zařízení odolné proti vniknutí cizích částic a vody. Například tedy kód IP 68 znamená, že zařízení má nejvyšší stupeň krytí a to jak proti prachu (první číslice je 6) tak proti vodě (druhá číslice je 8) (3).

1.číslice	Význam
0x	Žádná ochrana
1x	Ochrana proti tělesům o průměru 50mm a větším
2x	Ochrana proti tělesům o průměru 12,5mm a větším
3x	Ochrana proti tělesům o průměru 2,5mm a větším
4x	Ochrana proti tělesům o průměru 1mm a větším
5x	Stejně jako 4x, ochrana před prachem
6x	Stejně jako 4x, prachotěsné
2.číslice	Význam
x0	Žádná ochrana
x1	Ochrana proti svisle padajícím vodním kapkám
x2	Shodné s x1, sklon krytu po úhlem max 15° od svislé osy
x3	Ochrana proti kroupení vodou (deštěm) pod úhlem max 60° od svislé
x4	Ochrana proti stříkající vodě z jakéhokoliv libovolného směru
x5	Ochrana proti tryskající vodě z jakéhokoliv libovolného směru
x6	Ochrana proti intenzivně tryskající vodě z jakéhokoliv libovolného
x7	Ochrana proti účinkům dočasně ponoření do vody
x8	Ochrana proti účinkům trvalého ponoření do vody

Tab. 17: Značení stupně průmyslové ochrany. (3, s. 67)

### **3.14 Normy kabelážních systémů**

Norma sama o sobě je pouze soubor doporučení, nicméně pojem zákonná norma již označuje nařízení, které je nutno dodržovat. První normy pro univerzální kabelážní systémy vznikly v USA a z nich vychází normy mezinárodní, Evropské ale také národní, které specifikují postupy a pravidla, kterými je nutno se řídit (3).

V pro účely této práce jsou nejdůležitější české normy týkající se kabelážních systémů.

ČSN EN 50173 – 1 – specifikuje všeobecné požadavky na univerzální kabelážní systémy (3)

ČSN EN 50173 – 2 – specifikuje požadavky univerzálních kabelážních systémů pro kancelářské prostory (3)

ČSN EN 50173 – 3 – specifikuje požadavky univerzálních kabelážních systémů pro průmyslové prostory (3)

ČSN EN 50173 – 4 – specifikuje požadavky univerzálních kabelážních systémů pro obytné prostory (3)

ČSN EN 50174 – 1 – specifikuje specifikace a zabezpečení kvality při instalaci kabelových rozvodů (3)

ČSN EN 50174 – 2 – specifikuje plánování a postupy instalace kabelových rozvodů v budovách (3)

ČSN EN 50174 – 3 – specifikuje projektovou přípravu a výstavbu kabelových rozvodů vně budov (3)

## **4 NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ**

Návrh strukturované kabeláže vychází z požadavků investora a současně je přizpůsoben současnému stavebnímu stavu budovy. Cílem této práce je navrhnout kabelové trasy, datové zásuvky, značení datových zásuvek a zapojení a značení v rozvaděči. Samotnou instalaci kabeláže ani stavební úpravy tato práce neřeší, ale může být použita jako zadávací dokumentace pro výběrové řízení.

Celý návrh se zabývá rozšířením stávající horizontální kabelové sekce vycházející z rozvodny IDF2 (souhrnné označení komplexu 3 datových rozvaděčů umístěných v rozvaděčové místnosti 2.6).

### **4.1 Požadavky na technologie**

Pro realizaci kabelových tras jsou v rámci tohoto projektu zvoleny kabely firmy Belden. Jedná se o předního světového výrobce datových kabelů a při správně provedené odborné instalaci specializovanou firmou je poskytována záruka na celý kabelový systém až 25 let.

Základním požadavkem investora je rychlost Gigabit Ethernet na linku horizontálního vedení. S přihlédnutím k nadčasovosti a možné budoucí potřebě vyšších přenosových parametrů sítě doporučuji zvolit kabeláž třídy E. Jedná se o metalickou kabeláž kategorie 6a. Nevhodnější variantou je v této kategorii zvolit kabel Belden 10GB24. Jedná se o typ kabelu, který má menší průměr oproti klasickým kabelům kategorie 6a a díky tomu přináší úsporu místa v kabelových trasách a zároveň nabízí snadnější instalaci.

## 4.2 Návrh počtu a umístění koncových míst

V následující tabulce se nachází přehled datových zásuvek v jednotlivých místnostech, seřazených dle zapojení do konkrétního patch panelu v datovém rozvaděči. Dále je zde stručně uveden účel, kterému konkrétní datová zásuvka bude sloužit a kolik portů bude mít. Pokud bude datová zásuvka použita pro studijní místa s PC, je zde uvedeno i číslo počítače.

<b>DR - 0 PP - 1</b>			
Místnost	Použití	Počet IP portů	Číslo PC
2.2	PC – vedoucí knihovny	3	
2.2	PC - zástupce vedoucího	3	
2.2	Tiskárna – kancelář vedoucího	2	
2.1	PC – výpůjční pult	3	
2.1	PC – výpůjční pult	3	
2.1	Wifi	1	
2.1	Wifi	1	
2.1	Wifi	1	
2.1	Wifi	1	
2.1	Wifi	1	
2.1	Wifi	1	
2.1	Wifi	1	
2.1	Kamera	1	
2.1	Kamera	1	
2.1	Tiskárna, vyhledávací PC	3	
2.1	Tiskárna, čtečka karet	2	
2.1	Vyhledávací PC	2	
2.1	Studijní místo s PC	2	37,38
2.1	Studijní místo s PC	2	39,40
<b>Celkem:</b>		<b>37</b>	

Tab. 18: Využití portů patch panelu 1. (Zdroj: Vlastní zpracování)

<b>DR-0 PP - 2</b>			
Místnost	Použití	Počet IP portů	Číslo PC
2.3	Studijní místo s PC	2	1,2
2.3	Studijní místo s PC	2	3,4
2.3	Studijní místo s PC	2	5,6
2.3	Studijní místo s PC	2	7,8
2.3	Studijní místo s PC	2	9,10
2.3	Studijní místo s PC	2	11,12
2.3	Studijní místo s PC	2	13,14
2.3	Studijní místo s PC	2	15,16
2.3	Studijní místo s PC	2	17,18
2.3	Studijní místo s PC	2	19,20
2.3	Studijní místo s PC	2	21,22
2.3	Studijní místo s PC	2	23,24
2.3	Studijní místo s PC	2	25,26
2.3	Studijní místo s PC	2	27,28
2.3	Studijní místo s PC	2	29,30
2.3	Studijní místo s PC	2	31,32
2.3	Studijní místo s PC	2	33,34
2.3	Studijní místo s PC	2	35,36
2.4	Port pro připojení notebooku	2	
2.4	Port pro připojení notebooku	2	
2.4	Port pro připojení notebooku	2	
2.4	Port pro připojení notebooku	2	
<b>Celkem:</b>		<b>44</b>	

Tab. 19: Využití portů patch panelu 2. (Zdroj: Vlastní zpracování)

### 4.3 Datový rozvaděč

Datový rozvaděč je umístěn v místnosti 2.6. Rozvaděč je v této místnosti umístěn z důvodu, že místnost splňuje technické požadavky – zejména nosnost podlahy, je klimatizovaná a také disponuje dobrým umístěním vůči ostatním místnostem, které budou z tohoto datového rozvaděče obsluhovány – dostatečná vzdálenost pro vedení metalických datových kabelů. V místnosti se nachází datový rozvaděč obsahující aktivní prvky s dostatkem volných portů, disponuje dostatečným počtem volných unitů na osazení patch panely potřebných pro tento projekt a již je zde UPS (záložní zdroj elektrické energie). Dle požadavků investora má být tento rozvaděč včetně aktivních prvků využit a z tohoto důvodu nenavrhujeme rozvaděč nový, ale využijeme stávající.

Do datového rozvaděče bude pouze přidán 2 x 48 portový patch panel (místo potřebné v rozvaděči pro umístění: 2 x 2 unity) a 2 x horizontální organizér kabelů (opět je potřeba pro umístění v rozvaděči 2 x 2 unity).

#### **4.4 Kabelové trasy**

Kabelové trasy horizontální sekce jsou realizovány dle výkresové dokumentace. Všechny kabely jsou vedeny z datového rozvaděče (DR-0). Kabelové trasy jsou vedeny ve drátěných žlabech umístěných ve stropních podhledech. Kabely jsou svazkovány zejména stahovacími páskami na suchý zip, případně pak dle potřeby plastovými stahovacími páskami. K jednotlivým přípojným místům je vždy kabeláž svedena z drátěného žlabu pomocí plastové lišty umístěné na zdi, která je zakončena v datové zásuvce umístěné na zdi.

Každý kabel je na obou koncích označen štítkem pro jasnou a jednoznačnou identifikaci.

#### **4.5 Vedení kabelových tras**

Kabely jsou z rozvaděče vedeny drátěnými žlaby k průchodu do stropního podhledu. Dále jsou kabelovými žlaby rozvedeny ke konkrétním přípojným místům, kde jsou vždy od stropu svedeny lištou na zdi až k datové zásuvce. Konkrétní popis jednotlivých kabelových tras je popsán níže.

#### **4.5.1 Volný výběr knih – místnost 2.1**

Do místnosti vstoupí kabelová trasa v místech, kde sousedí zeď této místnosti přímo se zdí místnosti s datovým rozvaděčem a to ve stropním pohledu, kde jsou kabely umístěny v kabelových žlabech. Následně se kabelové vedení rozdělí na dvě trasy – A a B.

Trasa A pokračuje podhledem stále rovně a vede kabely určené pro místnosti 2.2 (kancelář vedoucího pracovníka knihovny) a 2.3 (počítačová část knihovny) a trasa B bude vedena v podhledu podél zdi místnosti. Po 5 metrech budou z kabelové trasy B svedeny kabely pro datovou zásuvku obsluhující tiskárnu, čtečku karet a vyhledávací počítač. Trasa B, bude ve stropním pohledu dále pokračovat a po dalších 10,5 metrech se tato kabelová trasa rozdělí – B1 a B2. Část B1 bude dále pokračovat podél zdi, část B2 bude vedena podhledem přes místnost až k místnosti 2.4, kde se rozdělí – jedna část je vedena podhledem do místnosti 2.4, druhá část trasy je v místnosti 2.1 svedena kabelovou lištou k zemi a ukončena datovou zásuvkou obsluhující tiskárnu a čtečku karet a poslední část je stropním podhledem vedena souběžně se zdí místnosti 2.4 dále k oknu, kde je v rohu svedena lištou na zdi k parapetnímu žlabu, ze kterého jsou kabely vedeny ve stole ke konkrétním datovým zásuvkám.

Trasa B pokračuje dále souběžně se zdí, kolem rohu místnosti a celkem po 20,4 metrech bude lištou na zdi sveden kabel pro datovou zásuvku vyhledávacího počítače. Kabelová trasa bude v podhledu pokračovat podél zdi sousedící s toaletami, následně překříží uličku a po 8 metrech odbočí vpravo ke zdi a končí svedením kabelů lištou na zdi a ukončením v datové zásuvce sloužící pro tiskárnu, čtečku karet a vyhledávací počítač.

#### **4.5.2 Kancelář vedoucího pracovníka knihovny – místnost 2.2**

Do místnosti je kabelová trasa A přivedena průrazem zdi ve stropním pohledu v rohu místnosti u okna. Následně jsou kabely svedeny lištou na zdi k zemi a lištou rozvedeny k jednotlivým datovým zásuvkám v místnosti.

### **4.5.3 Počítačová část knihovny – místnost 2.3**

Jak již bylo řečeno, stropním pohledem vede kabelová trasa A podél zdi sousedící s kanceláří vedoucího pracovníka až k oknům, kde jsou kabely svedeny lištou po zdi do parapetního žlabu. Z parapetního žlabu je kabeláž rozvedena k jednotlivým zásuvkám žlabu umístěných pod stoly s počítači.

### **4.5.4 Projektová místnost – místnost 2.4**

Do místnosti je přivedena kabelová trasa B průrazem zdi v pohledu a následně je svedena lištami po zdi až k zemi. Podlahou jsou jednotlivé kabely rozvedeny ke stolům (typ podlahy je uzpůsoben pro vložení kabelů), kde jsou vyvedeny ze země a ve stole zapojeny do datových zásuvek umístěných na stolech.

### **4.5.5 Rozmístění WiFi AP**

Přípojná místa pro WiFi AP jsou navržena na základě teoretických znalostí ohledně vhodného umístění přístupových bodů. Celkem bude prostor knihovny pokrývat 7 WiFi AP. Protože se zařízení budou v určitých místech překrývat je nezbytné nastavit každému ze zařízení jiný kanál. Pro WiFi AP jsou v návrhu kabelových tras (příloha 4) vyznačeny datové zásuvky 216 – 222.

Aby nedocházelo k rušení, doporučujeme nastavit přístupovým bodům zapojeným do datových zásuvek číslo 216, 219 a 221 kanál 1, zařízení připojených do zásuvek 217 a 220 kanál 6 a zbývajícím zařízením (datové zásuvky číslo 218 a 222) kanál 11.

Rozmístění datových zásuvek pro přístupové body včetně vyznačení okruhů vysílání a doporučených kanálů je zakresleno v příloze 9.

Dále doporučuje zabezpečit celou WiFi síť vhodným softwarovým řešením, které ale není předmětem této práce.

## 4.6 Návrh prvků kabeláže

V následující části práce je sepsán veškerý použitý materiál. Materiál je rozřazen do následujících skupin, a to vždy dle kategorie, do které spadá. Pro zachování integrity celého kabelového systému se doporučuje použití prvků jednoho výrobce. Existuje ale i řešení, kdy je možné spojit kabeláž značky Belden a prvky konektivity značky Panduit. Toto řešení jsme se rozhodli využít, zejména z důvodu velmi kvalitních prvků od dvou předních světových výrobců a pro možnost získat na celý kabelový systém záruku 25 let.

### 4.6.1 Prvky konektivity

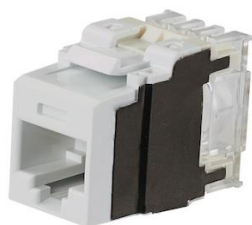
Patch panel byl zvolen neosazený modulární 48 portový (výška 2U) od firmy Panduit – produktové číslo: CP48WSBLY.

Výhodou modulárního patch panelu je zejména to, že pokud dojde k poruše 1 portu, vymění se pouze tento port – pokud bychom zvolili již pevně osazený patch panel, v případě poruchy na jednom portu by bylo nutné vyměnit celý patch panel (pokud by byly využity všechny porty). Další z výhod je i například to, že u modulární verze můžeme použitím barevných modulů odlišit jednotlivé porty a tím docílit snadnější orientace.



Obr. 17: Patch Panel od firmy Panduit. (9)

Moduly, kterými bude osazen patch panel a současně i datová zásuvka jsou zvoleny s ohledem na kompatibilitu s patch panelem, datovou zásuvkou a v neposlední řadě i s přihlédnutím k přenosovým parametrům kabelu (nebylo by vhodné použitím neodpovídajících konektorů degradovat přenosovou rychlost celého kabelového systému). Z tohoto důvodu byly zvoleny jack moduly od firmy Panduit v provedení keystone (kompatibilita s modulárním patch panelem a zásuvkami) kategorie 6A (zachování maximální přenosové rychlosti) – produktové číslo: NK6X88MAW. Moduly jsou vyráběny v několika barevných variantách a mezi hlavní výhody patří zejména jednoduchá instalace či případná výměna nefunkčního kusu – každý kabel samostatně opatříme konektorem a až následně upevníme do patch panelu či datové zásuvky.



Obr. 18: UTP Jack kategorie 6A - modulární (16)

Datové zásuvky jsou zvoleny od firmy ABB model Tango, který je složen z krabice pro montáž zásuvky na omítku – produktové číslo: LK 80x28/T, rámečku zásuvky – produktové číslo: 3901A-B10 B a krytu zásuvky připraveného pro uchycení 3x keystone modulu – produktové číslo: AT3AW. Zásuvky je možné přizpůsobit konkrétnímu počtu potřebných portů – modulem bude osazeno jen potřebné množství, zbytek prostoru (místa pro uchycení dalšího modulu) budou zadělány záslepkou – produktové číslo: CMBAW. Všechny zásuvky včetně modulů i záslepek jsou zvoleny v bílé barvě, aby byla zachována shoda s ostatními zásuvkami v budově Fakulty podnikatelské (následující obrázek barevně neodpovídá skutečně navrhovaným zásuvkám). Výhodou těchto zásuvek je možnost osadit si pouze potřebný počet portů, přijatelná cena a v neposlední řadě způsob uchycení modulů – keystone. V případě potřeby je možné ze zásuvky jednotlivé moduly vyjmout a nahradit jinými.



Obr. 19: Datová zásuvka ABB Tango, počet osazených portů 2x RJ 45, 1x záslepka (17)

#### 4.6.2 Prvky vedení

Kabelové trasy budou vedeny v drátěných žlabech značky KOPOS, které budou umístěny ve stropních podhledech. Z důvodu různého množství kabelů v jednotlivých částech trasy navrhuji použít dva typy těchto žlabů – rozměr 100x35mm – produktové číslo: DZ 35X100 a rozměr 150x35 mm – produktové číslo: DZ 35X150. V místech, kde vede kabelová trasa podél zdi, bude drátěný koš uchycen ke zdi pomocí výrobku k tomu sloužící – produktové číslo: DZDS 100/B nebo DZDS 150/B (dle rozměru žlabu). V ostatních částech bude kabelová trasa uchycena pomocí středového závěsu – produktové číslo: DZCZ/B do stropu. Pro toto uchycení je současně se středovým závěsem potřeba použít závitovou tyč, osmihrannou matici a narážecí tyč – produktové čísla: ZT 8, M 8 a KKZ 8. jednotlivé díly žlabů jsou spojeny dohromady spojkou žlabů – produktové číslo: DZS/B. Žlaby jsou vyrobeny tak, že je možné jednoduchým způsobem potřebné části tvarovat a vytvořit tak T- kus, který je potřebný v místě, kdy se jedna kabelová trasa dělí na více.

Pro svedení kabelů ze žlabů v podhledu až do datové zásuvky budou použity plastové lišty dvou různých rozměrů a to Lišta EIP 20x20 mm a Lišta EIP 40x20 mm – produktové čísla: EIP20020 a EIP40020. Jedná se o bílé plastové lišty sloužící k přichycení na zeď a vložení potřebného množství kabelů dovnitř díky odnímatelnému

víku. Pokud bude v liště více kabelů, bude použit T – kus, pomocí kterého kabely rozdělíme a dále je lištou povedeme až k datové zásuvce.

Datové zásuvky budou použity ve verzi pro montáž na omítku – produktové číslo: LK 80x28/T. Do datové zásuvky budou lištou přivedeny kabely, které budou zakončeny moduly keystone, které se uchyťí do krytu datové zásuvky.

#### 4.6.3 Prvky organizace

Pro přehlednější organizaci kabelů v datovém rozvaděči je použit 2x horizontální organizér značky Panduit – produktové číslo: WMPF1E. Organizér má velikost 2U a instaluje se mezi switch a patch panel, kde drží kabely na správném místě a díky tomu jsou kabely přehledně vedeny na své místo.



Obr. 20: Horizontální organizér kabeláže Panduit (18)

Pro organizaci kabeláže v kabelových trasách jsou použity platové stahovací pásy – produktové číslo: PLT1.5M-C a pro potřeby vyvázání kabelů v datovém rozvaděči je použita páska na suchý zip – produktové číslo: HLS-15R3.

Pro přehlednější orientaci v datovém rozvaděči je navrženo osazení patch panelu moduly v různých barvách dle využití daného portu. Barvy korespondují s barvami vyznačenými pro jednotlivé porty v kabelových tabulkách (příloha 5) i ve schéma zapojení patch panelu (příloha 7). Pro dosažení maximální možné přehlednosti jsou navrženy v odpovídající barvě i patch cordy, pomocí kterých bude patch panel propojen se switchem v datovém rozvaděči.

#### 4.6.4 Prvky značení

Pro značení jednotlivých kabelů jsou zvoleny štítky – produktové číslo: LJSL9-Y3-2.5. Kabel musí být štítkem označen na obou koncích. Štítky jsou určeny pro laserový či inkoustový potisk a jsou samolaminovací – výhoda je snadné, ale spolehlivé umístění na kabel.

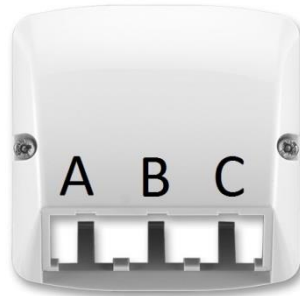


Obr. 21: Štítky pro značení kabelů Panduit (19)

#### 4.6.5 Způsob značení datových zásuvek

Ve výkresové dokumentaci jsou datové zásuvky označeny trojúhelníkem (dle mezinárodních norem) a číselným údajem – pořadovým číslem zásuvky. Za pořadové číslo zásuvky se dále přidává označení portu – začíná se vždy z levé strany a jednotlivé

porty značíme písmeny A - C. Např. druhý port dvojportové datové zásuvky číslo 185 bude mít označení 185B.



Označení zásuvek koresponduje se značením datových zásuvek v kabelových tabulkách a pro orientaci je potřebné mít v datovém rozvaděči výkres s umístěním jednotlivých zásuvek.

## 4.7 Soupis materiálu

V následujících tabulkách je zobrazen přehled použitého materiálu, který je vždy rozčleněn dle konkrétní oblasti použití. V tabulce je vždy uvedeno číslo produktu, popis produktu, měrná jednotka produktu a množství, které je potřebné.

<b>Rozvaděč</b>			
<b>part no.</b>	<b>popis</b>	<b>mj</b>	<b>množství</b>
WMPF1E	horizontální organizér - 2U	ks	2
CP48WSBLY	Modulární Patch Panel 48 portů, 2U	ks	2
NK6X88MGR	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, zelená	ks	40
NK6X88MBU	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, modrá	ks	7
NK6X88MAW	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, bílá	ks	2
NK6X88MOR	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, oranžová	ks	14
NK6X88MRD	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, červená	ks	10
NK6X88MYL	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, žlutá	ks	8
KR900 00-00	montážní sada	ks	10
CMBBL-X	záslepka, černá	ks	15
UTP28X0.5MGR	UTP Patch Cord cat. 6a, zelená, délka 0.5 m	ks	40
UTP28X0.5MBU	UTP Patch Cord cat. 6a, modrá, délka 0.5 m	ks	7
UTP28X0.5M	UTP Patch Cord cat. 6a, bílá, délka 0.5 m	ks	2
UTP28X0.5MOR	UTP Patch Cord cat. 6a, oranžová, délka 0.5 m	ks	14
UTP28X0.5MRD	UTP Patch Cord cat. 6a, červená, délka 0.5 m	ks	10
UTP28X0.5MYL	UTP Patch Cord cat. 6a, žlutá, délka 0.5 m	ks	8
LJSL9-Y3-2.5	štítky pro označení kabelů	ks	330
PLT1.5M-C	vázací pásky 100 ks	bal	2
HLS-15R3	vázací pásky 4,6 m	bal	1

Tab. 20: Materiál použitý v datovém rozvaděči. (Zdroj: Vlastní zpracování)

<b>Kabel</b>			
<b>part no.</b>	<b>popis</b>	<b>mj</b>	<b>množství</b>
10GB24	BELDEN, cat.6A, datatwist cable, LSNH	m	3070

Tab. 21: Množství a typ datového kabelu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

<b>Koncové porty</b>			
<b>part no.</b>	<b>popis</b>	<b>mj</b>	<b>množství</b>
LK 80x28/T	instalační krabice na zeď, hloubka 28mm	ks	42
3901A-B10 B	rámeček ABB Tango	ks	42
CMBAW	záslepka, bílá	ks	45
AT3AW	Kryt zásuvky ABB Tango pro 3 moduly	ks	42
NK6X88MAW	UTP Jack kategorie cat. 6a, modulární, bílá	ks	81
UTP28X0.5M	UTP Patch Cord cat. 6a, bílá, délka 0.5 m	ks	17
UTP28X1M	UTP Patch Cord cat. 6a, bílá, délka 1 m	ks	16
UTP28X1.5M	UTP Patch Cord cat. 6a, bílá, délka 1.5 m	ks	48

Tab. 22: Materiál potřebný pro koncové porty. (Zdroj: Vlastní zpracování)

<b>Kabelové trasy</b>			
<b>part no.</b>	<b>popis</b>	<b>mj</b>	<b>množství</b>
DZ 35X100	KOPOS drátěný žlab 100 x 35 mm, 3 metry	ks	30
DZ 35X150	KOPOS drátěný žlab 150 x 35 mm, 3 metry	ks	8
DZS/B	KOPOS spojka žlabů	ks	80
DZDS 150/B	KOPOS, upevněn na zeď pro žlab 150mm	ks	3
DZDS 100/B	KOPOS, upevnění na zeď pro žlab 100mm	ks	28
DZCZ/B	KOPOS středový závěs	ks	60
ZT 8	KOPOS závitová tyč, 2 metry	ks	15
M 8	KOPOS šestihránná matice	ks	60
KKZ 8	KOPOS narážecí tyč	ks	30
EIP20020	Lišta EIP 20020 vkládací 20x20 bílá, 50 metrů	bal	1
EIP40020	Lišta EIP 40020 vkládací 40x20, 38 metrů	bal	2
T40020	T kus pro EIP 40020, 10 kusů	bal	2
UI40020	Vnitřní úhel pro EIP 40020, 10 kusů	bal	1

Tab. 23: Materiál potřebný pro tvorbu kabelových tras. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Přehled materiálu včetně cen za jednotku u každého produktu a celkové ceny je přiložen jako příloha 8.

## 4.8 Ekonomické zhodnocení

V následující tabulce jsou zobrazeny celkové náklady na realizaci tohoto projektu. Podrobný rozpis použitého materiálu je uveden v příloze č. 8. Veškeré položky jsou zaokrouhleny na celé tisíce to z důvodu, že cena materiálu je závislá na konkrétním kurzu EU a USD a může se v čase realizace lišit.

Na základě konzultace s odborníky je uvedena cena instalace jako 0,3 násobek celkové ceny materiálu a je tedy stanovena na 73 000 Kč. Náklady na vypracování projektu se obvykle uvádí jako 0,05 násobek celkové ceny realizace a odpovídají částce 16 000 Kč.

### Realizační rozpočet

materiál	popis	cena bez DPH
rozvaděč	materiál použitý v datovém rozvaděči	48 000,00
kabely, datové zásuvky	materiál horizontální a pracovní sekce	174 000,00
trasy	úložný materiál tras	16 000,00
instalační materiál	hmoždinky, šrouby atd.	4 000,00
<b>Celkem:</b>		<b>242 000,00</b>

instalace	popis	cena bez DPH
rozvaděč	instalace prvků do datového rozvaděče	10 000,00
kabely, datové zásuvky	instalace prvků horizontální a pracovní sekce	37 000,00
trasy	instalace úložného materiálu tras	26 000,00
<b>Celkem:</b>		<b>73 000,00</b>

rekapitulace	popis	cena bez DPH
materiál	materiálové náklady	242 000,00
instalace	náklady na instalaci	73 000,00
vypracování projektu	náklady na vypracování projektu	16 000,00
<b>Celkem:</b>		<b>331 000,00</b>

<b>Celkem vč. DPH:</b>	<b>400 510,00</b>
------------------------	-------------------

Tab. 24: Realizační rozpočet. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Veškeré ceny jsou uvedeny v Kč a bez DPH mimo posledního řádku – Celkem vč. DPH. Uvedené ceny platí pro aktuální kurz EUR a USD a aktuální ceně mědi k datu vydání projektu.

Celková cena je odpovídající kvalitě použitých materiálů a příslušenství. Instalace má být provedena specializovanou firmou, která mimo dodržení všech bezpečnostních a instalačních opatření (doporučené maximální ohyby kabelů, správně provedené konektory na kabeláži, apod.) provede i závěrečné měření prověření sítě speciálními přístroji.

V případě nedodržení správných postupů při instalaci může dojít k poškození kabelů či jiných prvků kabelážního systému, které může mít negativní vliv na přenosovou rychlost a celkovou funkčnost kabelového systému.

## **5 Závěr**

Cílem této práce bylo navrhnout síťovou infrastrukturu v prostorách, které budou sloužit fakultní knihovně Fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně.

Zadání této práce bylo tedy splněno a navíc tato práce může být použita jako zadávací dokumentace pro výběrové řízení – tím může dojít k ušetření času i finančních prostředků před výběrovým řízením a nedojde k dalšímu růstu celkové ceny projektu.

Návrh je vypracován i s ohledem na možnou budoucí potřebu přechodu na vyšší přenosové rychlosti, které kabeláž bez problému podporuje a v případě instalace certifikovanou firmou je možné získat na kabelážní systém záruku 25 let.

Nedílnou součástí této práce jsou přílohy číslo 1 – 8, ve kterých je uveden nákres vedení kabelových tras, kabelové tabulky pro správné propojení datových zásuvek s patch panelem v rozvaděči a mimo jiné i kompletní soupis veškerého použitého materiálu a celkový rozpočet.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) *Knihovna Fakulty podnikatelské VUT v Brně* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://knihovna.fbm.vutbr.cz/>
- (2) KUROSE, James F. a Keith W. ROSS. *Počítačové sítě*. Brno: Computer Press. 2014. ISBN 978-80-251-3825-0.
- (3) JORDÁN, V. a V. Ondrák. *Infrastruktura komunikačních systémů I Univerzální kabelážní systémy*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2013. ISBN 978-80-214-4839-1
- (4) PUŽMANOVÁ R. *Moderní komunikační sítě od A do Z. 2.*, aktualizované vydání. Praha: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1278-0.
- (5) 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.
- (6) Belden Copper Catalog. USA: BELDEN, 2016. 84s.
- (7) JIROVSKÝ, V. *Vademecum správce sítě.*, 1. vydání. Praha: Grada, 2001, 428 s. ISBN 80-7169745-1
- (8) *Tsbohemia.cz*: ABB Tango datová zásuvka [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: [https://www.tsbohemia.cz/abb-tango-datova-zasuvka-utp-cat5e-2xrxj45-whkey-bi\\_d167034.html](https://www.tsbohemia.cz/abb-tango-datova-zasuvka-utp-cat5e-2xrxj45-whkey-bi_d167034.html)
- (9) *Panduit.com*: Path Panel [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.panduit.com/en/products-and-services/products/copper-systems/patch-panels/modular/CP48BLY>
- (10) *Lancomat.cz*: BELDEN 74004PU.00305 [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://www.lancomat.cz/74004pu-00305-prumyslovy-kabel-cat-7-s-ftp-awg23-drat-pur-plast-ip67-bal-305m-barva-cerna-p16423/>
- (11) *Markertek.com*: Shielded RJ45 [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.markertek.com/product/bl-hipmprj45cat6/belden-hipmprj45cat6gc-rj45-category-6-shielded-plug-w-grounding-tabs>

- (12) *Libertycable.com*: Plug RJ45 [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://secure.libertycable.com/products/Liberty-AV-Solutions/100%20003B/Category-5e-EZ-RJ45-plugs-in-a-100-pack>
- (13) DONAHUE, Gary. *Kompletní průvodce síťového experta. 1. vydání*. Brno: Computer Press, 2009, 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.
- (14) TRULOVE, James. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vydání*. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- (15) SCHATT, S. *Počítačové sítě LAN od A do Z*. Praha: Grada, 1994, 378 s., obr., tab. ISBN 80-85623-76-5.
- (16) *Panduit.com*: UTP Jack [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.panduit.com/en/product/NK6X88MAW>
- (17) *kassex.cz*: Datová zásuvka ABB [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://eos.kassex.cz/katalog/detail/ukaz/zbozi/abb-datove-zasuvky-sada-at3aw--2xmini-jack-aw-cat5--zaslepka/kc/AT3AW-2P5E88AW>
- (18) *Panduit.com*: Horizontální organizér [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.panduit.com/en/product/WMPF1E>
- (19) *Panduit.com*: Štítky pro označení kabelů [online]. 2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.panduit.com/en/product/S050X150YAJ>
- (20) ZANDL P. *Bezdrátové sítě WiFi Praktický průvodce* Brno: Computer Press, 2003. 204 s. ISBN 80-7226-632-2.

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1: Studijní a počítačová místa v knihovně. (1) .....	11
Obr. 2: Schéma topologie BUS. (3, s. 15) .....	24
Obr. 3: Schéma topologie RING. (3, s. 15) .....	25
Obr. 4: Schéma topologie STAR. (3, s. 16) .....	25
Obr. 5: Párový kabel stíněný fólií. (6, s. 35) .....	28
Obr. 6: Nestíněný párový kabel. (6, s. 40) .....	28
Obr. 7: Rozdíl symetrie vodičů u nesvařeného a svařeného páru. (3, s. 35) .....	28
Obr. 8: Párový kabel s prvkem pro snížení přeslechů mezi sousedními vodiči. (6, s. 26) .....	29
Obr. 9: Optické vlákno. (3, s. 109) .....	30
Obr. 10: S/FTP kabel – páry stíněné fólií, celkově opletením. (10) .....	35
Obr. 11: Jack RJ45 Non-Keyston. (6, s. 33) .....	39
Obr. 12: Jack RJ45 Keyston. (6, s. 30) .....	39
Obr. 13: Stíněný konektor RJ45. (11) .....	40
Obr. 14: Nestíněný konektor RJ45. (12) .....	40
Obr. 15: Datová zásuvka na omítku (8) .....	41
Obr. 16: Patch Panel od firmy Panduit. (9) .....	41
Obr. 17: Patch Panel od firmy Panduit. (9) .....	51
Obr. 18: UTP Jack kategorie 6A - modulární (16) .....	52
Obr. 19: Datová zásuvka ABB Tango, počet osazených portů 2x RJ 45, 1x záslepka (17) .....	53
Obr. 20: Horizontální organizér kabeláže Panduit (18) .....	54
Obr. 21: Štítky pro značení kabelů Panduit (19) .....	55

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. 1: Vazba označení stávajících prostor na prostory po stavební úpravě. (Zdroj: Vlastní zpracování).....	14
Tab. 2: Sumarizace požadavků na novou síť. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	17
Tab. 3: Požadavky na využití stávající infrastruktury. (Zdroj: Vlastní zpracování).....	17
Tab. 4: Vrstvy ISO/OSI modelu. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	19
Tab. 5: Vrstvy TCP/IP architektury. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	21
Tab. 6: Porovnání ISO/OSI modelu a TCP/IP architektury. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	22
Tab. 7: Porovnání ISO/OSI modelu a TCP/IP architektury. (4).....	23
Tab. 8: Varianty přenosu MultiMode optických vláken. (3, s. 111).....	30
Tab. 9: Dělení FO dle průběhu indexu lomu. (3, s. 111).....	31
Tab. 10: Dělení FO dle přenosového módu vláken. (3, s. 111).....	31
Tab. 11: Dělení FO dle průměru jádra. (3, s. 111).....	31
Tab. 12: Dělení FO dle pláště jádra. (3, s. 112).....	31
Tab. 13: : Přehled označování typů kabelů. (3, s. 14).....	35
Tab. 14: Přehled klasifikací tříd a kategorií pro kabely komunikační infrastruktury. (3, s. 13) .....	37
Tab. 15: Přehled konstrukčních řešení UTP kabelů. (3, s. 47) .....	38
Tab. 16: Přehled konstrukčních řešení STP kabelů. (3, s.47).....	38
Tab. 17: Značení stupně průmyslové ochrany. (3, s. 67).....	43
Tab. 18: Využití portů patch panelu 1. (Zdroj: Vlastní zpracování).....	46
Tab. 19: Využití portů patch panelu 2. (Zdroj: Vlastní zpracování).....	47
Tab. 20: Materiál použitý v datovém rozvaděči. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	57
Tab. 21: Množství a typ datového kabelu. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	57
Tab. 22: Materiál potřebný pro koncové porty. (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	58
Tab. 23: Materiál potřebný pro tvorbu kabelových tras. (Zdroj: Vlastní zpracování)...	58
Tab. 24: Realizační rozpočet. (Zdroj: Vlastní zpracování).....	59

## **SEZNAM ZKRATEK**

IP – Internet Protocol

LAN – Local Area Network

MAN – Metropolitan Area Network

WAN – Wide Area Network

RJ45 - Registered Jack 45

UTP - Unshielded Twisted Pair

STP - Shielded Twisted Pair

UPS - Uninterruptible Power Supply

DR – Datový Rozvaděč

PP – Patch Panel

AP – Access Point

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Půdorys stávajícího stavu .....	I
Příloha č. 2: Stávající půdorys nových prostor .....	II
Příloha č. 3: Půdorys stavebně upravených prostor .....	III
Příloha č. 4: Návrh kabelových tras .....	IV
Příloha č. 5: Kabelové tabulky .....	V
Příloha č. 6: Soupis materiálu pro datový rozvaděč .....	VI
Příloha č. 7: Schéma zapojení kabelů v Patch Panelu .....	VIII
Příloha č. 8: Rozpočet – materiál .....	IX
Příloha č. 9 Rozmístění WiFi AP .....	XI

