



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ PRE VETERINÁRNÍ ÚSTAV
ZVOLEN**

COMPUTER NETWORK DESIGN FOR VETERINARY INSTITUTE IN ZVOLEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Pinčák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pinčák Michal

Manažerská informatika (6209R021)

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

Návrh počítačové sítě pre Veterinárny ústav Zvolen

v anglickém jazyce:

Computer Network Design for Veterinary Institute in Zvolen

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:

BARRIE, S. Mistrovství - počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.

ČSN EN 50173-1. ICS 33.040.50. Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – část 1: Všeobecné požadavky a kancelářské prostředí. 3. vyd. Český normalizační institut, 2012.

JORDÁN, V. Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální kabeláže. Kroměříž: KASSEX, 2005.

ONDRÁK, V. a V. JORDÁN. Infrastruktura komunikačních systémů I univerzální kabelážní systémy. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4839-1.

TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vyd. Praha: Grada. 2009. 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

Cieľom práce je vytvorenie návrhu počítačovej siete pre Veterinárny ústav Zvolen. Obsahom bakalárskej práce je analýza súčasného stavu, ktorý bol vyhodnotený ako nevyhovujúci. Výsledkom je návrh riešenia, ktoré spĺňa požiadavky zadané investorom a je doplnené o ekonomický zhodnotenie celého projektu.

Abstract

The objective of this thesis is creating the computer network design for Veterinary institute in Zvolen. This document contains the analysis of the current state, which was evaluated as not satisfying. As the result there will be presented a solution, which satisfies all the requirements given by the investor. The solution also includes the financial calculation for the project.

Kľúčové slová

Počítač, počítačová sieť, topológia siete, univerzálna kabeláž, sieťová infraštruktúra, aktívny prvok.

Keywords

Computer, computer network, network topology, universal cabling system, network infrastructure, active device.

Bibliografická citácia

PINČÁK, M. *Návrh počítačové sítě pre Veterinárny ústav Zvolen*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2016. 68 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.
Prehlasujem, že citácie použitých prameňov sú úplné, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne, dňa

.....

Podpis

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som chcel poďakovať vedúcemu bakalárskej práce Ing. Viktorovi Ondrákovi, Ph.D., za jeho odborné rady a ochotu. Taktiež by som chcel poďakovať správcovi siete z Veterinárneho ústavu vo Zvolene, Ing. Dominikovi Dienovi, za poskytnutie potrebných materiálov.

OBSAH

ÚVOD	8
1 CIELE PRÁCE	9
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	10
2.1 Informácie o firme.....	10
2.1.1 Základné informácie o firme	10
2.1.2 Kontaktné údaje.....	10
2.1.3 Organizačná štruktúra.....	10
2.2 Požiadavky užívateľov	11
2.3 Analýza areálu a budov	12
2.3.1 Analýza areálu	12
2.3.2 Analýza budov	12
2.3.3 Popis miestností.....	12
2.4 Topológia a súčasné zapojenie siete	18
2.5 Využívanie počítačovej siete.....	19
2.5.1 Internetové pripojenie.....	19
2.6 Použité pasívne prvky	19
2.6.1 Horizontálna sekcia	20
2.6.2 Chrbticová sekcia	20
2.6.3 Dátové rozvádzače.....	20
2.6.4 Patch panely.....	20
2.6.5 Dátové zásuvky	20
2.7 Použité aktívne prvky.....	21
2.8 Požiadavky investora	22
2.9 Súhrn analytickej časti	22
3 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ RIEŠENIA	24
3.1 Počítačová sieť	24
3.1.1 Rozdelenie sietí podľa veľkosti.....	24
3.1.2 Topológie počítačových sietí.....	25
3.2 Referenčný model ISO/OSI	27
3.2.1 Fyzická vrstva.....	27
3.2.2 Linková vrstva	27

3.2.3 Siet'ová vrstva.....	28
3.2.4 Transportná vrstva	28
3.2.5 Relačná vrstva	28
3.2.6 Prezentačná vrstva	29
3.2.7 Aplikačná vrstva	29
3.2.8 Komunikácia medzi vrstvami referenčného modelu ISO/OSI.....	29
3.2.9 Ethernet.....	30
3.3 Architektúra TCP/IP.....	31
3.4 Kabelážny systém.....	32
3.4.1 Základné pojmy	32
3.4.2 Sekcie kabeláže	33
3.4.3 Prenosové prostredia	34
3.6 Wi-Fi	44
3.7 Aktívne prvky.....	45
3.7.1 Aktívne prvky na fyzickej vrstve	45
3.7.2 Aktívne prvky na linkovej vrstve	45
3.7.3 Aktívne prvky na siet'ovej vrstve	46
3.8 Normy	47
3.8.1 Normy platné celosvetovo	47
3.8.2 Normy platné v Európe	47
3.8.3 Normy platné a vydané v Českej republike.....	47
4 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA	48
4.1 Technológia prenosu	48
4.2 Prípojné miesta.....	48
4.3 Topológia siete	51
4.4 Sekcie kabelážneho systému	51
4.4.1 Horizontálna sekcia	51
4.4.2 Chrbticová sekcia	52
4.4.3 Pracovná sekcia	52
4.5 Trasy kabeláže.....	52
4.5.1 Trasy chrbticovej sekcie	52
4.5.2 Trasy horizontálnej sekcie	53
4.6 Prvky vedenia kabeláže.....	55

4.6.1 Kancelárske priestory	55
4.6.2 Laboratórne priestory	55
4.6.3 Chodby	56
4.7 Spojovacie prvky.....	56
4.7.1 Konektory pre metalické káble.....	56
4.7.2 Optické konektory	57
4.7.3 Dátové zásuvky	57
4.7.4 Patch panely.....	58
4.7.5 Multimediálne optické rozvádzače	59
4.8 Prvky organizácie.....	59
4.8.1 Organizéry kabeláže	59
4.8.2 Dátové rozvádzače.....	59
4.9 Značenie	60
4.9.1 Identifikačné značenie	60
4.9.2 Výstražné značenie	62
4.10 WiFi.....	62
4.11 Aktívne prvky.....	62
4.11.1 Logická schéma siete.....	62
4.11.2 Route switch	63
4.11.3 Switche	64
4.11.4 Prístupový bod WiFi.....	65
4.12 Ekonomické zhodnotenie	66
ZÁVER	67
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	68
ZOZNAM TABULIEK	70
ZOZNAM OBRÁZKOV	70
ZOZNAM SKRATIEK.....	72
ZOZNAM PRÍLOH.....	73

ÚVOD

V dnešnej spoločnosti informácie môžu byť považované za jednu z najcennejších vecí. Informácie sú využívané v každodennom živote, ako pracovnom, tak aj súkromnom. V súčasnosti je počítačová sieť pre väčšinu firiem nevyhnutnosťou a je nimi využívaná pri každodenných činnostiach firiem.

V prípade, že počítačová sieť je správne navrhnutá, inštalovaná a spravovaná, môže dosahovať veľmi dlhú životnosť bez nutnosti výraznejších zásahov. Ceny za realizáciu návrhu počítačovej siete a jej následnú inštaláciu sa výrazne líšia podľa požadovaných technológií a počtu prípojných miest. Taktiež záleží na požadovanej kvalite jednotlivých komponent siete.

Predmetom mojej bakalárskej práce je návrh počítačovej siete pre danú firmu s ohľadom na uspokojenie všetkých požiadaviek vedenia pri dodržaní noriem a predpisov týkajúcich sa oblasti počítačových sietí. Konkrétne ide o návrh topológie siete, návrh aktívnych a pasívnych prvkov a tiež vypracovanie dokumentácie k danému návrhu. V závere práce je formulované taktiež ekonomické zhodnotenie realizácie celého projektu.

1 CIELE PRÁCE

Cieľom mojej bakalárskej práce je návrh počítačovej siete pre Veterinárny ústav vo Zvolene na základe analýzy súčasného stavu s ohľadom na finančnú situáciu firmy. Mojim cieľom je tiež vypracovanie návrhu siete takým spôsobom, aby boli uspokojené požiadavky vedenia firmy a aby tiež boli odstránené nedostatky súčasnej siete. Mnou navrhnuté riešenie bude vyhovujúce aj v prípade budúceho rozširovania počítačovej siete o ďalšie technológie alebo v prípade zvyšovania počtu prípojných miest a bude si zachovávať svoje prenosové parametre po dostatočne dlhú dobu. Samozrejmosťou pri návrhu je dodržanie noriem platných pre oblasť počítačových sietí.

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

V tejto kapitole sú uvedené základné informácie o činnosti firmy, jej organizačná štruktúra a popis areálu sledovanej firmy. Popísaný je tiež spôsob zapojenia súčasnej siete a sú uvedené jednotlivé aktívne a pasívne prvky danej siete. Taktiež sa zameriavam na spôsob pripojenia celej firmy k internetu a popis jednotlivých miestností v areáli firmy. V závere tejto časti sú tiež uvedené požiadavky vedenia firmy.

2.1 Informácie o firme

V tejto kapitole sú uvedené informácie o činnosti Veterinárneho ústavu vo Zvolene, kontaktné údaje a organizačná štruktúra.

2.1.1 Základné informácie o firme

Veterinárny ústav Zvolen je pracovisko zamerané na riešenie problematiky nákaz zvierat servisnou diagnostickou činnosťou, vývoj nových diagnostických postupov a metód, vypracovávanie ozdravných programov a poradenskú činnosť. Tento ústav tiež vykonáva diagnostiku biologického materiálu.

2.1.2 Kontaktné údaje

Názov spoločnosti: Veterinárny ústav Zvolen

Sídlo: Pod Dráhami 918, 960 86 Zvolen

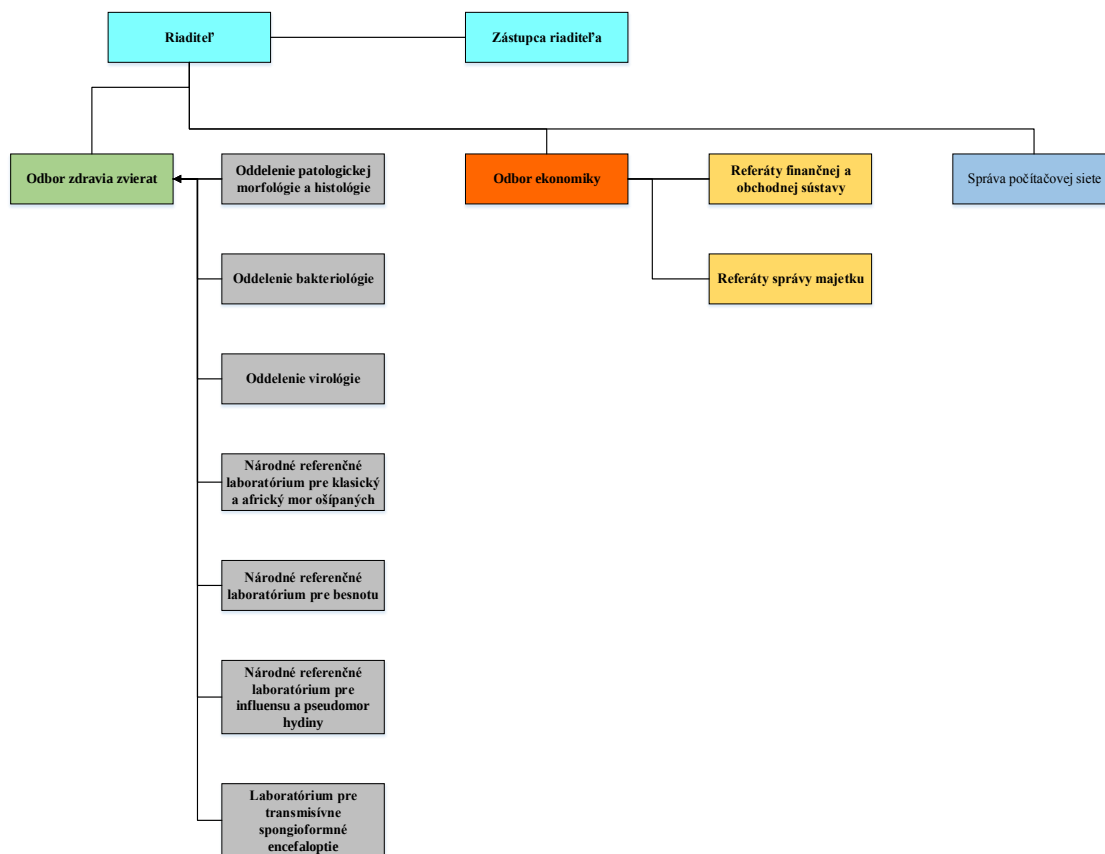
Telefón: +421 45 5320803

Web: www.svssr.sk

2.1.3 Organizačná štruktúra

Hlavou Veterinárneho ústavu Zvolen je jeho riaditeľ, ktorý má jedného zástupcu. Ďalej sa firma delí na odbor zdravia zvierat, odbor ekonomiky a odbor správy počítačovej siete, z ktorých každý má svojho vedúceho. Odbor zdravia zvierat sa následne delí na

jednotlivé oddelenia, ktoré sa ďalej delia na viacero laboratórií. Odbor ekonomiky sa delí na referáty finančnej a obchodnej správy a referáty správy majetku.



Obr. 1: Organizačná štruktúra firmy (vlastné spracovanie)

2.2 Požiadavky užívateľov

Vo Veterinárnom ústave Zvolen pracuje 73 zamestnancov. Veľká väčšina z nich ku svojej práci používa koncové zariadenia počítačovej siete. Zamestnanci využívajú hlavne stolné počítače, telefóny a sieťové tlačiarne. Vedenie firmy a prípadné návštevy, pre ktorých je požadovaná Wi-Fi sieť využívajú okrem počítačov, telefónov a tlačiarň aj tablety a mobilné telefóny.

2.3 Analýza areálu a budov

V nasledujúcej kapitole bude popísaný areál firmy, jednotlivé budovy a miestnosti, v ktorých sa nachádzajú koncové uzly počítačovej siete.

2.3.1 Analýza areálu

Areál Veterinárneho ústavu Zvolen zahŕňa 2 budovy označované ako „stará“ a „nová“. Budovy sú navzájom prepojené chodbou a ich vzdialenosť je približne 20 metrov.

2.3.2 Analýza budov

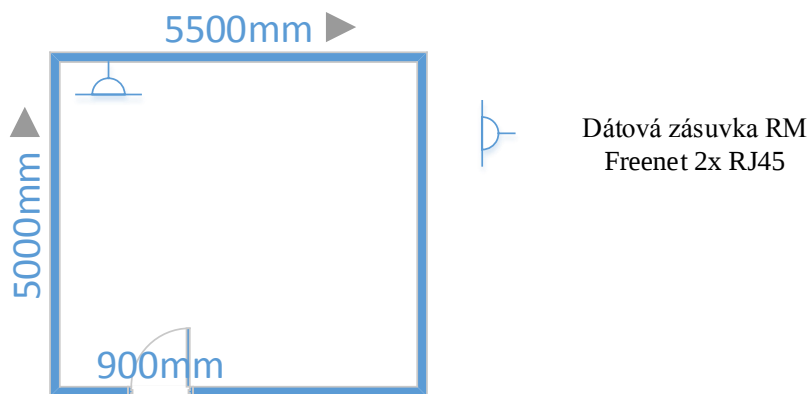
„Stará“ budova sa skladá z troch nadzemných podlaží a suterénu. Suterén je vyhradený pre šatne a umývárne laboratórneho skla. V prvom a druhom nadzemnom podlaží sa nachádzajú laboratória, pitevne a pracovne určené pre veterinárnych lekárov a podkrovie je obsadené kanceláriami administratívnych vedúcich pracovníkov firmy. V tejto budove sa nachádza aj hlavný vchod. „Nová“ budova sa skladá z dvoch poschodí, v ktorých sa taktiež nachádzajú laboratória a pracovne veterinárnych lekárov.

2.3.3 Popis miestností

Táto podkapitola obsahuje popis jednotlivých miestností v budovách ústavu. V uvedených miestnostiach sa nachádzajú koncové uzly počítačovej siete. V suteréne „starej“ budovy nie je požadované vybudovanie počítačovej siete, pretože tam sú umiestnené šatne a miestnosti na umývanie laboratórneho skla.

Laboratória - väčšie

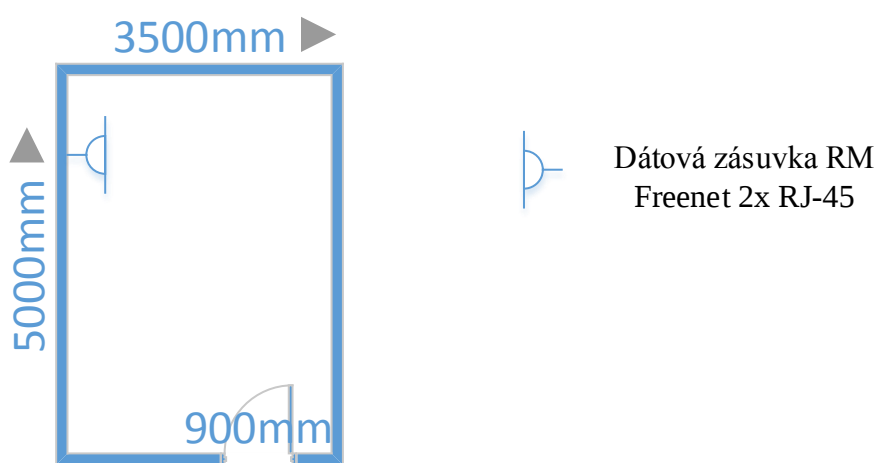
V objekte Veterinárneho ústavu sa nachádza 25 laboratórií, v ktorých sa vyšetrujú vzorky. Laboratória majú rozmery 5,5 x 5 metrov a v každom sa nachádza 1 počítač, 1 telefón a 1 tlačiareň. Telefóny v súčasnosti nie sú pripojené do dátových zásuviek z dôvodu nedostatku portov. V miestnosti sa nachádza 1 dátová zásuvka osadená dvomi portmi RJ-45.



Obr. 2: Plán väčšieho laboratória (vlastné spracovanie)

Laboratóriá menšie

V objekte sa nachádza tiež 12 menších laboratórií, ktoré majú rozmery 3,5 x 5 metrov. V každom sa nachádza 1 telefón a 1 počítač. V súčasnosti je v týchto laboratóriách umiestnená jedna zásuvka s dvomi portmi RJ-45.

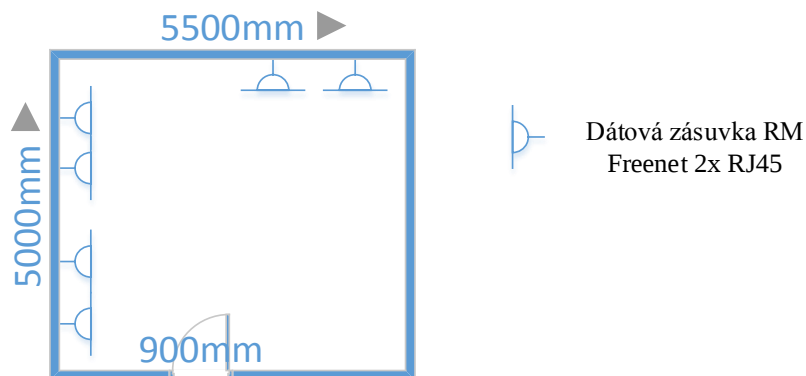


Obr. 3: Plán menšieho laboratória (vlastné spracovanie)

Pracovne veterinárnych lekárov

V obidvoch budovách sa nachádza spolu päť pracovních veterinárnych lekárov, pričom v každej sa nachádza päť počítačov, jeden telefón a tri tlačiarne. Rozmery pracovní sú 5,5

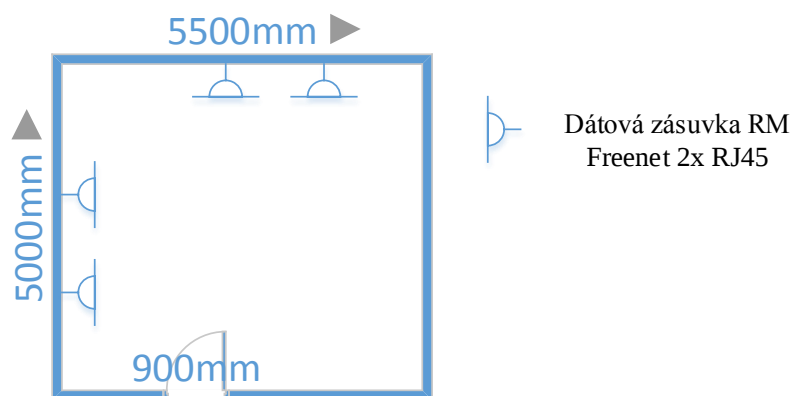
x 5 metrov. V súčasnosti sa tu nachádza šesť dátových zásuviek, každá s dvomi portmi RJ45.



Obr. 4: Plán pracovne veterinárnych lekárov (vlastné spracovanie)

Kancelárie administratívnych pracovníkov

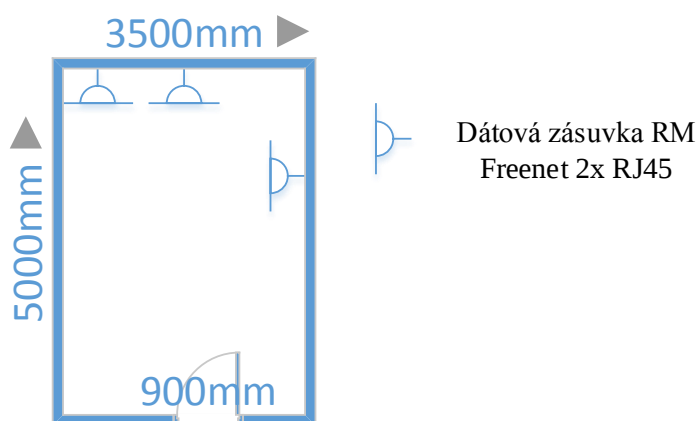
Kancelárii administratívnych pracovníkov sa v objekte nachádza šesť. Kancelárie majú rozmery 5,5 x 5 metrov. Nachádzajú sa v nich tri počítače, jeden telefón a jedna tlačiareň. V každej miestnosti sa momentálne nachádzajú štyri dátové zásuvky s dvomi portmi RJ45.



Obr. 5: Plán administratívnej kancelárie (vlastné spracovanie)

Podateľňa

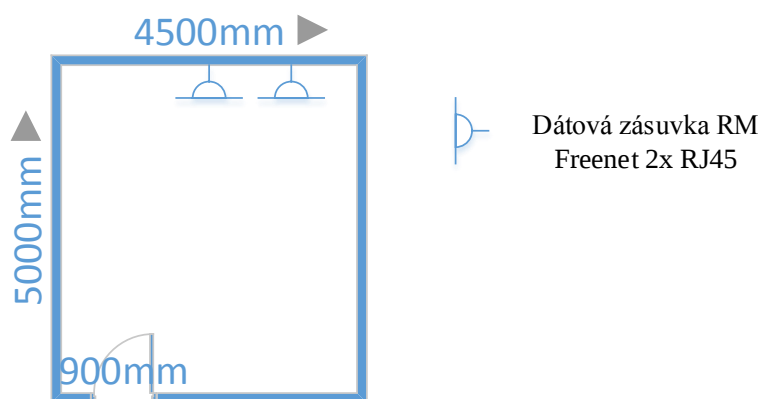
V podateľni, ktorá sa v objekte nachádza len jedna, sú dva telefóny, jedna tlačiareň a tri počítače. Miestnosť má rozmery 3,5 x 5 metrov. Sú tu taktiež tri dátové zásuvky, každá s dvomi portmi RJ45.



Obr. 6: Plán podateľne (vlastné spracovanie)

Kancelária riaditeľa

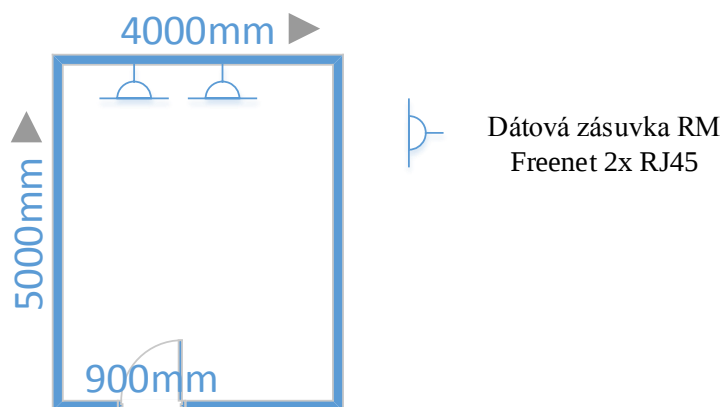
Kancelária riaditeľa má rozmery 4,5 x 5 metrov. Nachádza sa tu jeden počítač, jedna tlačiareň a jeden telefón. V súčasnosti sú v tejto miestnosti dve dátové zásuvky, z ktorých každá má dva porty RJ45.



Obr. 7: Plán kancelárie riaditeľa (vlastné spracovanie)

Kancelária zástupcu riaditeľa

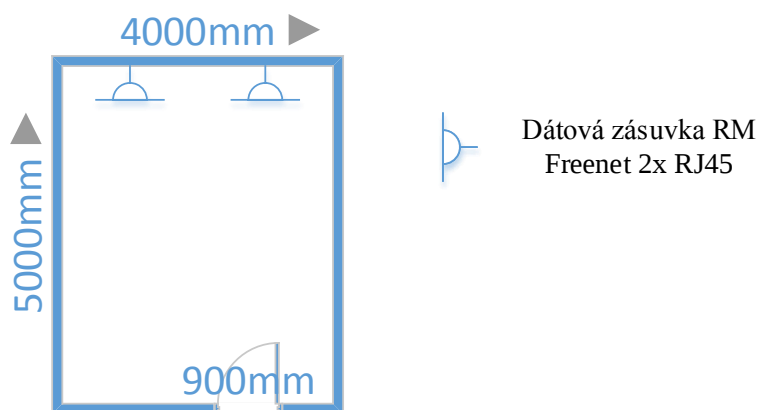
V tejto kancelárii pracuje zástupca riaditeľa spolu s vedúcim ekonomickým pracovníkom ústavu. Nachádzajú sa tu dva počítače, jeden telefón a jedna tlačiareň. Kancelária má rozmery 4 x 5 metrov a dve dátové zásuvky s dvomi portmi RJ45.



Obr. 8: Plán kancelárie zástupcu riaditeľa (vlastné spracovanie)

Kancelária správcu siete

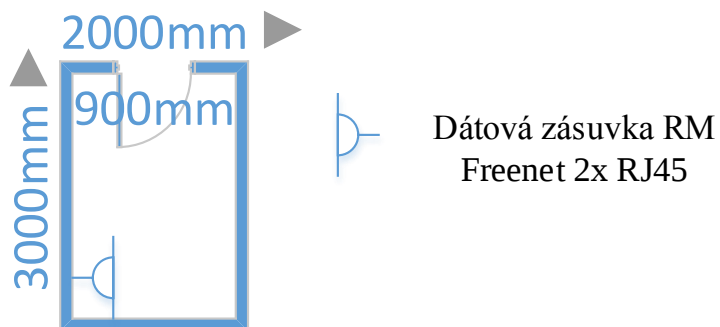
Kancelária správcu siete je vybavená dvomi počítačmi a jedným telefónom, jej rozmery sú 4 x 5 metrov. Nachádzajú sa tu dve zásuvky osadené dvomi portmi RJ45.



Obr. 9: Plán kancelárie správcu siete (vlastné spracovanie)

Vrátnica

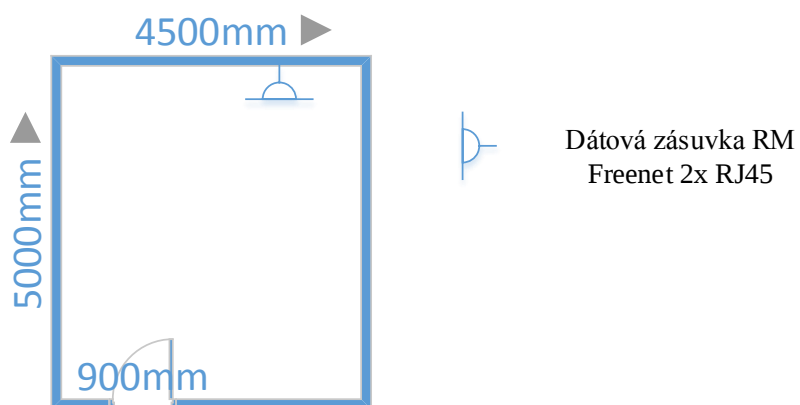
Vrátnica sa nachádza v blízkosti hlavného vchodu do objektu na prvom nadzemnom podlaží. Jedná sa o malú miestnosť s rozmermi 2 x 3 metre. Ktorá obsahuje jeden počítač, jeden telefón a jednu dátovú zásuvku s dvomi portmi RJ45.



Obr. 10: Plán vrátnice (vlastné spracovanie)

Centrálny príjem vzoriek

Centrálny príjem slúži na prijímanie vzoriek doručených do Veterinárneho ústavu a ich zaregistrovanie. Je situovaný v miestnosti s rozmermi 4,5 x 5 metrov a nachádza sa tu jeden telefón, jeden počítač a jedna zásuvka s dvomi portmi RJ45.



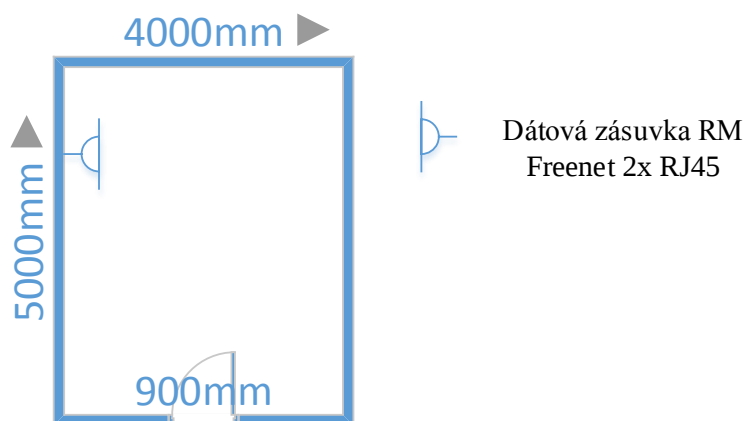
Obr. 11: Plán centrálného príjmu vzoriek (vlastné spracovanie)

Malá pitevňa

Jedna z dvoch pitevní nachádzajúcich sa v objekte. Neobsahuje žiadne koncové uzly počítačovej siete.

Veľká pitevňa

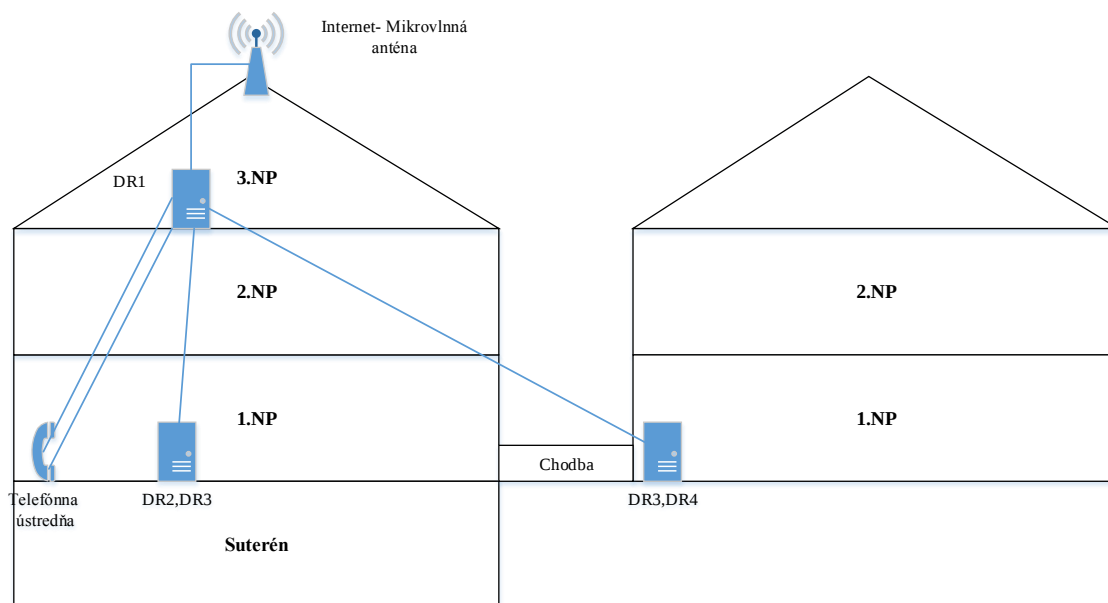
Veľká pitevňa je vybavená jedným počítačom a jedným telefónom a rozmery danej miestnosti sú 4x5 metrov. Nachádza sa tu jedna dátová zásuvka osadená dvomi portmi RJ45.



Obr. 12: Plán veľkej pitevne (vlastné spracovanie)

2.4 Topológia a súčasné zapojenie siete

Počítačová sieť bola zostavovaná postupne pri jednotlivých etapách rekonštrukcie budov, často aj za plnej prevádzky. Niektoré z častí siete boli vybudované a uvedené do prevádzky už v roku 2002. Topológia súčasnej siete je hviezdicová, pričom hlavný rozvádzač je umiestnený v serverovni na 3.nadzemnom podlaží, dva ďalšie rozvádzače sú umiestnené na prvom nadzemnom podlaží v „novej“ budove pri spojovacej chodbe a ďalšie dva dátové rozvádzače sú umiestnené na vrátnici. Na vrátnici v blízkosti hlavného vchodu sa tiež nachádza telefónna ústredňa, ktorá je s hlavným rozvádzačom spojená dvomi 25 párovými SKYFY káblami agregovanými do trunku.



Obr. 13: Topológia súčasnej siete (vlastné spracovanie)

2.5 Využívanie počítačovej siete

Štátny veterinárny ústav vo Zvolene využíva výhradne legálny software. Počítače využívajú operačný systém Windows od firmy Microsoft. Medzi programy najpoužívannejšie danou firmou patria programy MS Office (predovšetkým Word a Excel) a špeciálne laboratórne programy. Pre riadenie prístupu do siete a monitoring nie je v súčasnosti používaný žiadny špeciálny software. V celom objekte sa nachádza spolu **129** dátových zásuviek.

2.5.1 Internetové pripojenie

Internet je do budovy privedený prostredníctvom mikrovlnného pripojenia umiestneného na streche „starej“ budovy.

2.6 Použité pasívne prvky

V tejto kapitole budú popísané pasívne prvky nachádzajúce sa v počítačovej sieti Veterinárneho ústavu vo Zvolene.

2.6.1 Horizontálna sekcia

Horizontálne rozvody sú realizované prostredníctvom 4 párových metalických káblov kategórie 5e od výrobcu **RM Freenet**. Kabeláž je vedená FXP trúbkami zabudovanými v stenách v priestoroch, kde sa nachádzajú laboratóriá a pracovne veterinárnych lekárov. V administratívnych kanceláriách je vedená pomocou PVC žľabov. Kabeláž je už pomerne zastaraná, nakoľko bola do objektu zavedená taktiež v roku 2002.

2.6.2 Chrbticová sekcia

Rozvody v chrbticovej sekcii sú realizované pomocou optických káblov OPDS so 4 vláknami. Káble chrbticovej sekcie vedú zo serverovne cez priechody v stropoch k dátovému rozvádzaču v spojovacej chodbe. Cez tie isté priechody vedú káble chrbticovej sekcie aj k dátovému rozvádzaču umiestnenému na vrátnici.

2.6.3 Dátové rozvádzače

Všetky dátové rozvádzače, ktoré sa v areáli nachádzajú, sú nástenné skriňové rozvádzače **Tritton 9U**. Dva z nich sú umiestnené v serverovni v treťom nadzemnom podlaží novej budovy. Jeden z nich slúži ako hlavný rozvádzač a druhý slúži ako rozvádzač pre tretie poschodie „starej“ budovy. Ďalšie dva rozvádzače sú umiestnené v chodbe, ktorá spája novú budovu so starou, a jedná sa o rovnaké modely ako je hlavný dátový rozvádzač. Ďalšie dva rozvádzače rovnakého typu sú umiestnené na vrátnici.

2.6.4 Patch panely

V dátových rozvádzačoch sú použité modulárne patch panely **RM Freenet 24xRJ 45/s**, ktoré tiež boli do prevádzky zaradené v roku 2002. Sú osadené 24 UTP portmi RJ45.

2.6.5 Dátové zásuvky

V objekte Veterinárneho ústavu sa v súčasnosti nachádza **129** dátových zásuviek, z ktorých každá disponuje 2 portmi RJ45. Všetky zásuvky boli do objektu zavedené

v roku 2002, rovnako ako väčšina prvkov danej siete. Konkrétne sa jedná o dátové zásuvky **RM Freenet 2xRJ 45/s**.

2.7 Použité aktívne prvky

Aktívne prvky použité v sieti danej firmy boli do prevádzky uvedené v roku 2002, rovnako ako väčšina pasívnych prvkov. Všetky použité prvky sú od výrobcu 3Com. Konkrétne sú použité 2 switche **3Com Switch 3812 12x10/100/1000 + 4x SFP GBICs Sslot**, ďalšie 2 48 portové switche **SuperStack 3 Switch 4250T 48-port Plus 2 10/100/1000** a jeden 24 portový switch **SuperStack 3 Switch 4226T 24-port Plus 2 10/100/1000**. Taktiež je v sieti použitých 8 kusov transciever SFP modulov **1000 BASE SX SFP GBIC**. Aktívne prvky vyskytujúce sa v sieti Veterinárneho ústavu vo Zvolene sú zobrazené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 1: Aktívne prvky v súčasnej sieti (vlastné spracovanie)

Názov produktu	Výrobca	Počet kusov
3Com Switch 3812 12x10/100/1000 + 4x SFP GBICs Sslot	3Com	2
1000 BASE SX SFP GBIC	3Com	8
SuperStack 3 Switch 4250T 48-port Plus 2 10/100/1000	3Com	2
SuperStack 3 Switch 4226T 24-port Plus 2 10/100/1000	3Com	1

2.8 Požiadavky investora

Vedenie mnou vybranej firmy požaduje vybudovanie kvalitnej, spoľahlivej, certifikovanej a prehľadne organizovanej siete s rýchlosťou 1Gbit/s , ktorá by pokrývala obidve budovy s výnimkou suterénu.

Požadovaná je taktiež modernizácia zastaraných súčastí siete, predovšetkým kabeláže a aktívnych prvkov.

Ďalšou požiadavkou je prijateľná cena, ktorá nebola presne definovaná, ale kritériom pre hodnotenie priaznivosti cenovej ponuky je hlavne pomer cena-výkon.

Vedenie taktiež požaduje pokrytie kancelárie riaditeľa a kancelárií administratívnych pracovníkov Wi-Fi signálom.

Poslednou požiadavkou vedenia je prispôsobenie počtu prípojných miest siete potrebám firmy a tiež prispôsobenie ich počtu možnosti rozšírenia pre ďalšie aplikácie a vyššie kapacity. Požadované je taktiež prispôsobenie umiestnenia jednotlivých prípojných miest súčasným potrebám.

2.9 Súhrn analytickej časti

V analytickej kapitole boli uvedené kontaktné údaje, predmet činnosti a organizačná štruktúra, teda základné informácie o Veterinárnom ústave Zvolen. Taktiež bol zhodnotený stav súčasnej siete a boli popísané jednotlivé súčasti počítačovej siete firmy. Popísaný bol tiež areál ústavu a jednotlivé budovy, z ktorých sa skladá, vrátane umiestnenia jednotlivých súčastí počítačovej siete. Analytická časť mojej bakalárskej práce tiež obsahuje popis jednotlivých miestností, spoločne s požiadavkami užívateľov danej siete.

V počítačovej sieti sú použité zastarané aktívne prvky a tiež pasívne prvky kabelážneho systému, ktoré budú v rámci riešenia nahradené novšími variantami.

Spoločnosť v dobe realizácie rekonštrukcie počítačovej siete nepočítala s rezervou pre možnosť budúceho rozširovania používaných technológií, tak isto ako aj so zvyšovaním

počtu potrebných prípojných miest. Preto je ich súčasný počet nedostatočný a bude potrebné ich navýšenie.

Problémom je tiež neúplný a neprehľadný systém značenia, ktorý komplikuje lokalizáciu a odstraňovanie chýb v sieti.

Údaje získané v rámci tejto kapitoly budú slúžiť ako podklad pre návrh vlastného riešenia. Konkrétne hlavne pre návrh umiestnenia a počtu dátových zásuviek, trás vedenia kabeláže a nahradenie aktívnych aj pasívnych prvkov počítačovej siete novšími modelmi.

3 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ RIEŠENIA

Moja bakalárska práca je zameraná na návrh počítačovej siete, preto je nutné popísať princípy dátovej komunikácie a prenosu dát. V nasledujúcej kapitole bude popísaný ISO/OSI model a jeho vrstvy, topológie počítačových sietí, prenosové prostredia a klasifikácia sietí a kabelážnych systémov, architektúra TCP/IP a jej jednotlivé vrstvy, aktívne a pasívne prvky počítačových sietí a základné normy, ktoré platia pre danú oblasť.

3.1 Počítačová sieť

Počítačová sieť je otvorený systém, ktorý má deterministické správanie a zaisťuje komunikáciu medzi jednotlivými prvkami siete. Prvky počítačových sietí sa delia na sieťovú infraštruktúru a koncové uzly. Sieťovú infraštruktúru je možné ďalej rozdeliť na aktívne a pasívne prvky (5).

3.1.1 Rozdelenie sietí podľa veľkosti

Podľa rozsahu počítačovej siete a podľa vzdialeností medzi jednotlivými prvkami v nej rozlišujeme niekoľko druhov sietí (4).

PAN (Personal Area Network)

Z hľadiska usporiadania sa jedná o najmenšie siete. Typickým príkladom siete PAN sú zariadenia prepojené pomocou technológie Bluetooth (4).

LAN (Local Area Network)

LAN je skupina prepojených systémov, ktoré sú napríklad umiestnené v jednej miestnosti, na jednom poschodí, v jednej budove, alebo v jednom areáli. Môže sa dokonca jednať len o pár počítačov prepojených rozbočovačom. Siete LAN sa vyznačujú adresnou schémou a komunikačnými pravidlami či protokolmi (4).

MAN (Metropolitan Area Network)

Metropolitná sieť, ako už vyplýva z názvu, je počítačová sieť na úrovni miest. Oproti lokálnej sieti je už rozľahlá, jej vzdialenosť sa počíta v kilometroch a môže spájať napríklad niekoľko sietí LAN. Ako príklad môže slúžiť univerzitná sieť (4).

WAN (Wide Area Network)

Wide network, v preklade široká sieť, je rozľahlá sieť, ktorej vzdialenosť prepojenia sa počíta v stovkách až v tisícoch kilometrov. Prepojené MAN a LAN siete tvoria siete WAN. Dá sa teda povedať, že WAN siete prepojujú obrovské vzdialenosti ako napríklad dva kontinenty (4).

3.1.2 Topológie počítačových sietí

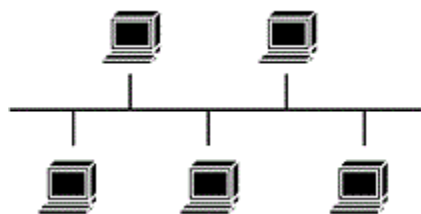
Medzi hlavné topológie využívané v oblasti počítačových sietí patria:

- **zbernica,**
- **hviezda,**
- **kruh**

Na topológie je možné pozeráť z dvoch uhlov- **logická topológia** a **fyzická topológia**. Rozdiel medzi nimi je v tom, že fyzická topológia popisuje prepojenie jednotlivých prvkov siete a logická topológia popisuje správanie a tok signálov medzi jednotlivými prvkami v sieti (9).

Zbernica

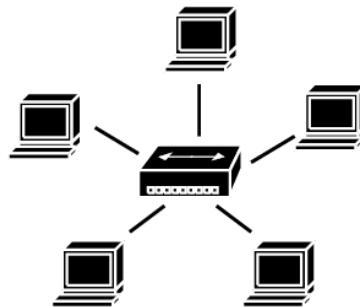
Zbernica predstavuje jednoduchú topológiu, ktorá nie je nákladná. Má nevýhodu, že vysielateľ v sieti môže vždy len práve jeden prvok. Je tým pádom veľmi náchylná na kolízie. Tieto kolízie rieši napríklad protokol **CSMA** (Carrier Sense Multiple Access), ktorý by mal byť podporovaný každým prvkom v zbernicovej topológii (9).



Obr. 14: Zbernicová topológia (20)

Hviezda

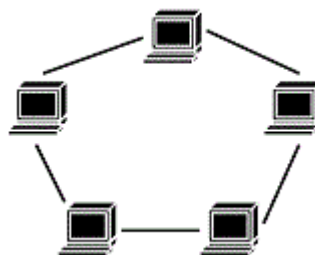
Hviezdicová topológia pozostáva z prvkov pripojených k jednému centrálnemu uzlu. Tento typ je najbežnejšie používanou topológiou dnešných sietí. Jej výhoda spočíva v tom, že pri poruche niektorej z častí (nie však centrálneho prvku) nedochádza k výpadku celej siete (9).



Obr. 15: Hviezdicová topológia (20)

Kruh

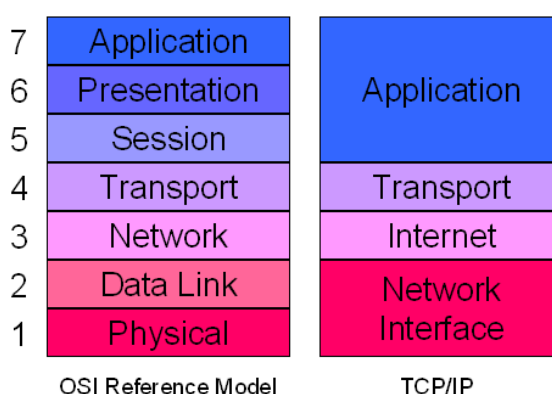
Kruh je topológia pri ktorej je prvok vždy napojený na dva susedné prvky. Dáta v nej putujú od jednej stanice k druhej, až kým nedorazia do cieľovej stanice. V počiatkoch využívania kruhovej topológie sa dátový tok usmerňoval jedným smerom, no neskôr začal byť využívaný obojsmerný prenos, dáta sa dokonca posielali oboma smermi naraz. Kruhovú topológiu využívajú hlavne siete Token Ring a FDDI (9).



Obr. 16: Kruhová topológia (20)

3.2 Referenčný model ISO/OSI

Sieťový model ISO/OSI vznikol pre zjednotenie sieťovej komunikácie. Tento model popisuje sieťovú komunikáciu pomocou siedmich vrstiev. Komunikáciu rozdeľuje na sedem čiastkových krokov a každý z týchto krokov popisuje. Každá zo siedmich vrstiev vykonáva presne definované funkcie potrebné pre komunikáciu po sieti. V hierarchii využíva vyššia vrstva služby nižšej vrstvy a svoje služby zároveň poskytuje vyššej vrstve. Mechanizmus predávania služieb sa aplikuje vždy len medzi susednými vrstvami sieťového modelu (6).



Obr. 17: Porovnanie modelu ISO/OSI a architektúry TCP/IP (19)

3.2.1 Fyzická vrstva

Úlohou prvej vrstvy referenčného modelu ISO/OSI je iba prijímanie a odosielanie dát, ktoré pomocou káblov, signálu vysielaného prostredím, alebo pomocou sieťovej karty zaisťujú prenos. Pomocou týchto prostriedkov prúdia jednotlivé bity v podobe elektrických impulzov. Bity majú hodnotu buď jedna, alebo nula. Vo fyzickej vrstve nie je nutná žiadna adresácia, tá ja zaisťovaná vyššími vrstvami (3).

3.2.2 Linková vrstva

Druhou vrstvou sieťového modelu je linková vrstva. Jej úloha spočíva v sprostredkovaní spojenia medzi dvoma a viacerými uzlami na rovnakej úrovni a tiež spájanie všetkých prvkov siete, ktoré sa nachádzajú v rovnakom segmente siete. Základnou jednotkou prenosu je rámec a adresácia funguje prostredníctvom lokálnych adries. Medzi ďalšie úlohy linkovej vrstvy patrí radenie, odosielanie a prijímanie jednotlivých rámcov (3).

3.2.3 Sieťová vrstva

V poradí tretia vrstva umožňuje sieťové spojenie aj nepriamo susediacim systémom. Smeruje a prenáša dátové jednotky (pakety) pomocou adresácie na základe globálnych adries. Sieťová vrstva zaisťuje transparentný prenos dát a tiež konzistentnú službu pomocou preklenutia rozdielnych vlastností jednotlivých topológií. Medzi jej hlavné funkcie patrí naviazanie a ukončenie sieťového spojenia, formátovanie, zisťovanie a opravovanie chýb (9).

3.2.4 Transportná vrstva

Štvrtá vrstva zodpovedá za zaistenie celistvosti dátových tokov medzi koncovými zariadeniami a to aj za hranicami segmentu LAN siete. Využíva dáta vo forme datagramov. Dokáže rozpoznať stratu, prípadne poškodenie paketu a vytvoriť požiadavku na opätovné zaslanie. Ak pakety dorazia v inom poradí, transportná vrstva ich najskôr zoradí, až následne predá relačnej vrstve. Zmena poradia paketov nastáva z dôvodu putovania jednotlivých paketov rôznymi cestami, prípadne opätovným odosielaním paketov (9).

Ďalšou funkciou transportnej vrstvy je adresácia procesov. Tá je založená na priradení sieťovej adresy transportnej adrese, pričom jedna sieťová adresa môže mať viac transportných adries. Transportná vrstva môže poskytovať transportnú službu so spojením alebo bez spojenia. Transportná služba so spojením je zabezpečovaná pomocou protokolu TCP, bez spojenia prostredníctvom protokolu UDP (14).

3.2.5 Relačná vrstva

Relačná vrstva modelu ISO/OSI má na starosti riadenie, organizovanie a synchronizáciu dialógov medzi komunikujúcimi relačnými vrstvami. Taktiež dokáže riadiť interakciu medzi protistranami, oznamovať výnimočné stavy a obnoviť spojenie po výpadku. Za prenosovú jednotku tejto vrstvy je možné považovať jedno spojenie. Na relačnej vrstve už nie je potrebná žiadna adresácia, nakoľko potrebná adresácia je zaistená nižšími vrstvami (5).

3.2.6 Prezentačná vrstva

Úlohou prezentačnej vrstvy je prevod (napr. šifrovanie, komprimovanie, konvertovanie) prenášaných dát do podoby, v ktorej im aplikačná vrstva modelu ISO/OSI bude schopná porozumieť. V prezentačnej vrstve už taktiež nie je potrebná žiadna adresácia a ani jednotka prenosu tu neexistuje (5).

3.2.7 Aplikačná vrstva

Aplikačná vrstva v referenčnom modeli ISO/OSI zabezpečuje aplikáciám a procesom prístup ku komunikácii. Jej ďalšou úlohou je vytváranie spojenia medzi systémom komunikácie a aplikáciami, ktoré potrebujú využívanie tejto komunikácie. Rovnako ako pri prezentačnej vrstve, ani v aplikačnej vrstve neexistuje žiadna jednotka prenosu, ani adresácia (5).

3.2.8 Komunikácia medzi vrstvami referenčného modelu ISO/OSI

Medzi jednotlivými vrstvami modelu prebiehajú dve formy komunikácie. Komunikácia môže byť rozdelená na **logickú** a **fyzickú**.

Logická komunikácia prebieha, keď vrstva jedného uzlu komunikuje s rovnocennou vrstvou uzlu druhého, ale neexistuje medzi nimi fyzické spojenie a komunikácia prebieha s využitím služieb nižších vrstiev (5).

Fyzická komunikácia prebieha medzi dvoma susediacimi vrstvami v jednom uzle, keď existuje aj fyzické spojenie. Taktiež prebieha medzi fyzickými vrstvami dvoch rôznych uzlov (5).

Medzi jednotlivými vrstvami modelu ISO/OSI prebieha tiež **horizontálna** a **vertikálna** komunikácia.

Horizontálna komunikácia

Horizontálna komunikácia prebieha vždy medzi dvoma rovnocennými vrstvami v dvoch rôznych uzloch. S výnimkou najnižšej (fyzickej) vrstvy sa jedná vždy iba o logickú komunikáciu, pretože neexistuje fyzické spojenie medzi vrstvami. Jednotkou

komunikácie je **PDU (Protocol Data Unit)**, ktorá sa pri každej z vrstiev nazýva inak (napr. rámec, paket, datagram). Horizontálna komunikácia sa riadi pravidlami, ktoré sa nazývajú **protokoly** (5).

Vertikálna komunikácia

Vertikálna komunikácia prebieha vždy len medzi dvoma susediacimi vrstvami v rámci jedného uzlu (medzi nadradenou a podradenou vrstvou). Medzi susediacimi vrstvami teda musí existovať definované rozhranie, ktoré určuje syntax a sémantiku komunikácie. Celá komunikácia musí prebiehať definovaným prechodovým bodom. Služby vrátane prechodových bodov a rozhrania nemusia byť štandardizované. Princípom vertikálnej komunikácie je, že nadradená vrstva využíva služby podradenej vrstvy, a naopak, podradená vrstva poskytuje svoje služby vrstve nadradenej. Jednotlivé vrstvy v priebehu vertikálnej komunikácie pridávajú prenášaným dátam hlavičky, ktoré obsahujú dáta nutné pre komunikáciu dvoch rôznych uzlov (5).

3.2.9 Ethernet

Ethernet je jedným z typov lokálnych sietí, ktorý realizuje vrstvu sieťového rozhrania. V lokálnych sieťach sa presadil vo veľkom množstve všetkých inštalácií. Jeho popularita spočíva v jednoduchosti protokolu a tým pádom v jeho jednoduchej inštalácii a implementácii. Klasický ethernet využíval zbernicovú topológiu - zdieľané médium, kde súčasne mohla vysielat' len jedna stanica. Postupom času prichádzali ďalšie verzie ethernetu (13).

Ethernet 10Mbit/s

Je to pôvodná varianta s prenosovou rýchlosťou **10 Mbit/s**. Koaxiálny kábel s impedanciou 50 ohm tvorí zbernicu, ku ktorej sa pomocou špeciálnych tranceiverov a AUI káblov pripájajú jednotlivé stanice (13).

Fast Ethernet

Jedná sa o rýchlejšiu verziu s rýchlosťou **100 Mbit/s** definovanú štandardom IEEE 802.3u. Prevzala maximum prvkov z klasického ethernetu (napr. formát rámca,

algoritmus CSMA/CD). V súčasnosti sa dá považovať za základnú verziu ethernetu a je k dispozícii pre krútenú dvojlinku a optické vlákna (13).

Gigabitový Ethernet

Prenosová rýchlosť bola zvýšená na **1 Gbit/s** a opäť bolo prevzatých čo najviac prvkov klasického ethernetu. V praxi sa prevádzkuje prepínane s plným duplexom (13).

10 gigabitový Ethernet

Predstavuje zatiaľ poslednú štandardizovanú verziu. Technický model siete 10 Gbit Ethernet je podobný sieti 1 Gbit Ethernet. Na všetkých štyroch vodičoch sa vždy v plne duplexnej prevádzke prenáša rýchlosťou 2,5 Gbit/s, teda **10 Gbit/s** (13).

3.3 Architektúra TCP/IP

Použitím TCP protokolu nad protokolom IP dostávame architektúru TCP/IP. IP protokol poskytuje nespoľahlivý nespojovaný prenos paketov. Z toho vyplýva, že nie je zaručené poradie, čas, ani samotné doručenie paketov. Z toho dôvodu bol nad protokolom IP vytvorený protokol TCP, ktorý poskytuje spoľahlivú komunikáciu, ktorá je odolná voči chybám tým, že vytvára ilúziu spojovanej a spoľahlivej komunikácie (7).

Model architektúry TCP/IP je podobný referenčnému modelu ISO/OSI. Rozdielom je, že poskytuje iba štyri vrstvy:

- **aplikačná vrstva** (Application Layer),
- **transportná vrstva** (Transport Layer),
- **sieťová vrstva** (Network Layer),
- **vrstva sieťového rozhrania** (Network Interface)

Vrstva sieťového rozhrania plní funkcie prvých dvoch vrstiev modelu ISO/OSI – fyzickej a linkovej. Sieťová a transportná vrstva sú zhodné s rovnako nazvanými vrstvami sieťového modelu ISO/OSI. Aplikačná vrstva architektúry TCP/IP plní funkcie relačnej, prezentačnej a aplikačnej vrstvy referenčného modelu ISO/OSI. V tejto vrstve sú integrované napríklad služby DNS (Domain Name Service), ktoré slúžia na preklad doménových adries na IP adresy a protokol SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) (7).

3.4 Kabelážny systém

V tejto kapitole mojej bakalárskej práce budú popísané základné pojmy súvisiace s kabelážnymi systémami, jeho jednotlivé sekcie, prvky a jednotlivé prenosové prostredia.

3.4.1 Základné pojmy

Univerzálna kabeláž tvorí základný prvok infraštruktúry moderných počítačových sietí. Kabelážny systém je používaný nielen pre prenos dát, ale je používaný tiež pre prepojenie telefónov. Prostredníctvom prispôbovacích prvkov je tiež možné použitie univerzálnej kabeláže aj pre iné komunikačné systémy (napr. prenos videesignálu) (8).

Linka je prenosová cesta medzi dvoma prenosovými rozhraniami, napríklad medzi dátovou zásuvkou a zásuvkou v patch paneli (10).

Kanál je prenosová cesta medzi pracoviskom a zariadením, alebo medzi dvoma zariadeniami. Kanál zahŕňa linku a pripojovacie káble zariadenia a pracoviska (10).

Kategória kabeláže klasifikuje materiál, nezohľadňuje ľudský faktor t.j. spôsob inštalácie (10).

Tab. 2: Kategórie kabeláže (10)

Kategória	Šírka pásma	Podporované aplikácie
3	Do 16MHz	Ethernet 10Base-T, Token Ring 4 MB
4	Do 20 MHz	Token Ring 16 MB
5	Do 100 MHz	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
6	Do 250MHz	Gigabit Ethernet
6A	Do 500 MHz	10 Gigabit Ethernet
7	Do 600 MHz	10 Gigabit Ethernet
7A	Do 1000 MHz	10 Gigabit Ethernet

Trieda kabeláže klasifikuje linku a kanál ako celok, spolu s vplyvom ľudského faktoru (10).

Tab. 3: Triedy kabeláže (10)

Trieda	Šírka pásma	Podporované aplikácie
A	Do 100 kHz	Analógový telefón
B	Do 1 MHz	Telefón, ISDN, Token Ring 4 MB
C	Do 16 MHz	Token Ring 16 MB
D	Do 100 MHz	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
E	Do 250 MHz	Gigabit Ethernet
E_A	Do 500 MHz	10 Gigabit Ethernet
F	Do 600 MHz	10 Gigabit Ethernet
F_A	Do 1000 MHz	10 Gigabit Ethernet

3.4.2 Sekcie kabeláže

Univerzálna kabeláž sa rozdeľuje na tri vzájomne súvisiace časti:

- **chrbticová sekcia,**
- **horizontálna sekcia,**
- **pracovná sekcia (2).**

Chrbticová sekcia

Chrbticová sekcia sa delí na **chrbticovú sekciu areálu** a **chrbticovú sekciu budovy**.

Chrbticová sekcia areálu

Siaha od rozvodného uzlu areálu až po rozvodné uzly budovy, ktoré bývajú obvykle umiestnené v samostatných budovách. Daný subsystém zahŕňa chrbticové káble areálu vrátane kabelážnych prvkov v rámci prípojky budovy (1).

Chrbticová sekcia budovy

Spája hlavný rozvádzač budovy s ostatnými dátovými rozvádzačmi v budove, prípadne s jednotlivými telekomunikačnými miestnosťami. V praxi spája táto sekcia obvykle jednotlivé poschodia budovy. Býva realizovaná výhradne z optických káblov a podľa noriem musí mať hviezdicovú topológiu (8).

Horizontálna sekcia

Siaha od dátového rozvádzača k užívateľským dátovým zásuvkám. Môže byť realizovaná z metalických, alebo optických káblov a vždy má hviezdicovú topológiu (1).

Pracovná sekcia

Zahŕňa pripojovacie káble zariadenia a prepojovacie káble v dátovom rozvádzači. Patrí sem teda pripojovací kábel zariadenia k dátovej zásuvke a prepojovací kábel medzi aktívnym prvkom a patch panelom (1).

3.4.3 Prenosové prostredia

V tejto časti práce budú popísané jednotlivé prenosové prostredia. Prenosové prostredia je možné rozdeliť na káblové a bezdrôtové.

Káblové prostredie je ohraničené hranicami kábla. Použité káble môžu byť metalické, alebo optické na základe prenosového média, ktorým je buď elektrický prúd, alebo svetlo (5).

Bezdrôtové prostredie nie je priestorovo ohraničené. Relatívne závisí na sile signálu. Technológie prenosu je možné rozdeliť na elektromagnetické vlny a svetlo (5).

Metalické káble

Metalické káble rozdelíme podľa konštrukcie na **párové** a **koaxiálne**. V univerzálnej kabeláži sa používajú výhradne párové káble (5).

Koaxiálne káble

Koaxiálne káble boli v minulosti veľmi populárne a boli prvými káblami v ethernetových sieťach. V dnešnej dobe sú však už zastarané a využívajú sa predovšetkým pre prenos televízneho signálu (5).

Tento typ kábla je dodnes využívaný vďaka jeho prenosovým vlastnostiam a odolnosti voči okolitým vplyvom. Základom je vnútorný vodič, ktorý je izolovaný dielektrikom a na ňom je vonkajší vodič vo forme metalickej fólie alebo pleteniny. Toto celé je pokryté vonkajším plášťom. Koaxiálny kábel bol navrhnutý na prenos rádiových frekvencií a dosahuje nízky útlm. Je pomerne lacný a jeho inštalácia je jednoduchá. Vyrába sa v mnohých variantoch - s jadrom typu drôt alebo lanko, vonkajším vodičom tvoreným fóliou alebo opletením, rôznymi typmi dielektrika a rôznymi plášťami (10).

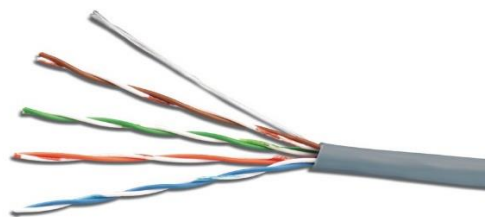


Obr. 18: Koaxiálny kábel (17)

Párové káble

Párový metalický kábel je v dnešnej dobe najvyužívanejším typom kábla univerzálnej kabeláže. Pre dátové vedenie sa používajú 4 párové káble (obsahujú 8 vodičov). Jednotlivé páry káblov sú zakrútené, pričom každý z párov má iné zakrútenie. Z toho vychádza názov káblov – krútené páry. Každý z párov je krútený inou hustotou otáčok (5).

Signál prenášaný jednotlivými vodičmi v párových metalických kábloch je náchylný na rušenie, ktoré vzniká vzájomným pôsobením vodičov. K ochrane pred fyzickým porušením je kábel opatrený vonkajším plášťom, ktorý býva vyrobený z rôznych materiálov (napr. PVC, PE, PUR). Káble s krútenými párami sú rozdelené do kategórií na základe ich vnútornej konštrukcie (1),(5).



Obr. 19: UTP kábel kategórie 5e (18)

Tienenie krútených párov

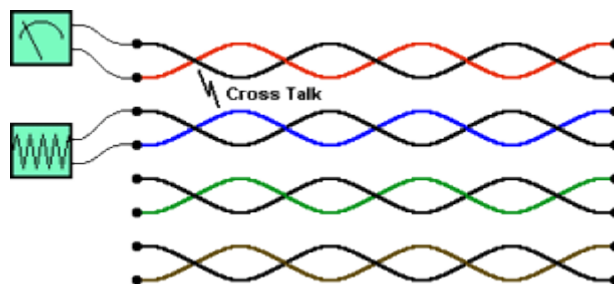
Tienenie poskytuje kabeláži ochranu pred elektromagnetickým rušením a vyžarovaním. Kábel môže byť netienený, alebo tienený fóliou alebo opletením. Okrem výhody, ktorá spočíva v chránení kabeláže pred rušením, má tienenie tiež aj nevýhody. Tou hlavnou je jeho vplyv na pozdĺžnu stabilitu impedancie. Ďalšou z nevýhod je nutnosť uzemnenia systému. Nestabilita impedancie kabeláže výrazne zhoršuje jeho prenosové parametre. Tienená kabeláž má taktiež vyššiu cenu a jej inštalácia je náročnejšia. Napriek tomu má svoje využitie v prostredí, kde sa nachádzajú zdroje elektromagnetického rušenia (11).

Typy tienenia kabeláže:

- **UTP:** netienený kábel s krútenými párami
- **STP:** kábel, ktorého všetky štyri páry naraz tieni vodivá sieťka
- **FTP:** kábel, ktorého všetky štyri páry naraz tieni vodivá fólia
- **ISTP:** kábel, ktorý má individuálne tienené všetky páry vodičov a k tomu je ešte celkovo tienený (11).

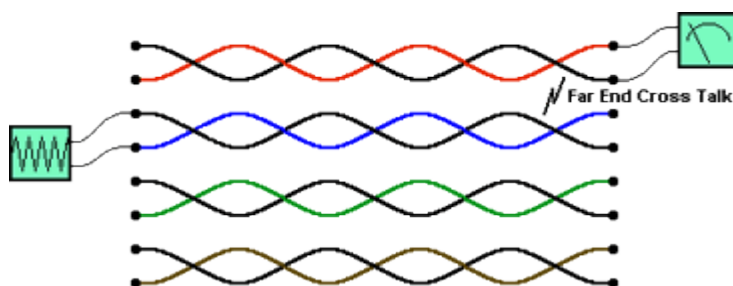
Meranie prenosových parametrov krútených párov

- **NEXT** (Near End Crosstalk)- Meranie presluchu na blízkom konci kábla. Vyjadruje množstvo prenesenej energie z jedného páru do druhého. Merací signál sa privedie na jeden pár a na ostatných sa meria presluch, merajú sa kombinácie všetkých párov.



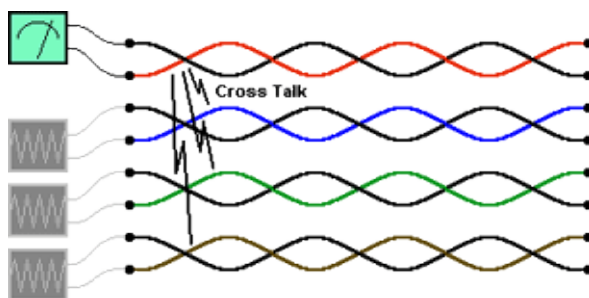
Obr. 20: Meranie NEXT (16)

- **FEXT** (Far End Crosstalk)- Meranie presluchu na vzdialenom konci kábla. Merací signál sa privedie na jeden pár a na ostatných sa meria presluch v kombinácii všetkých párov.



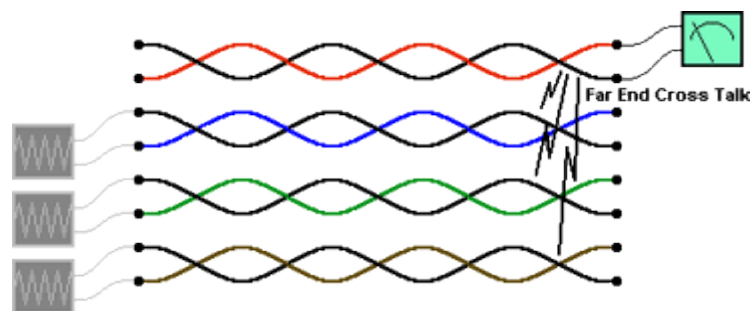
Obr. 21: Meranie FEXT (16)

- **PS NEXT** (Power Sum NEXT)- Meranie sumárneho presluchu na blízkom konci kábla. Pri meraní sa merací signál privedie na tri páry a na ostávajúcom páre sa meria presluch. Taktiež sa meria pre kombinácie všetkých párov.



Obr. 22: Meranie PS NEXT (16)

- **PS FEXT** (Power Sum FEXT)- Meranie sumárneho presluchu na vzdialenom konci kábla. Merací signál je privedený na tri páry a na ostávajúcom je meraný presluch. Meranie opäť prebieha pre všetky kombinácie párov.



Obr. 23: Meranie PS FEXT (16)

- **Alien Crosstalk** (alien presluch) - Vyjadruje presluch medzi pármí susediaceho kábla.
- **Return Loss**- spätný odraz signálu z dôvodu rozdielnej impedancie vedenia.
- **Delay Skew** (rozdiel oneskorenia) - Určuje oneskorenie signálu medzi najrýchlejším a najpomalším párom vedenia.
- **Attenuation** (útlm) - Vyjadruje stratu energie signálu pri prechode vedením. Strata je daná odporom, ktorý vodič kladie prenášanému signálu.
- **ACR** (Attenuation to Crosstalk Ratio) - Odstup presluchu na blízkom konci vedenia. Jedná sa o teoretický parameter, ktorý sa počíta z nameraného presluchu (NEXT) a útlmu (Attenuation).
- **ELFEXT** (Equal Level Far End Crosstalk) - Jedná sa taktiež o teoretický parameter, ktorý vzniká výpočtom z nameraného útlmu na druhom páre a nameraného presluchu (FEXT).
- **PS ELFEXT** (Power Sum ELFEXT) - Výkonový súčet odstup presluchu na vzdialenom konci. PS ELFEXT je ďalším z teoretických parametrov. Získa sa výpočtom z ELFEXT a útlmu (2).

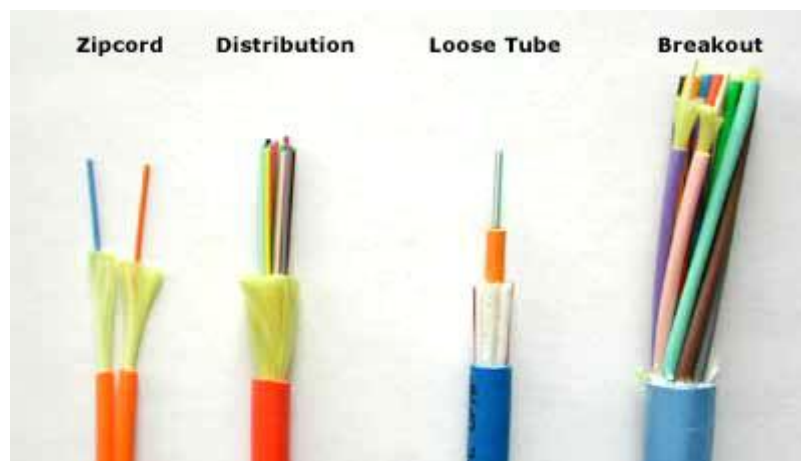
Optická kabeláž

Optická kabeláž používa ako prenosové médium svetlo. Optické káble nevyžarujú žiadne elektromagnetické žiarenie, preto sú odolné voči elektromagnetickému rušeniu. Optická kabeláž sa aj z týchto dôvodov používa na dlhšie vzdialenosti. V LAN sieťach sú optické káble využívané hlavne na chrbticové vedenia (6).

Optické vlákno sa skladá z jadra, ktoré je buď plastové alebo sklenené. Jadro je obklopené sklenenou odraznou vrstvou, ktorá musí mať iný index lomu ako jadro (10).

Optické vlákna sa delia na dva typy:

- **SingleMode** (jednovidové) - Majú priemer jadra 8 alebo 9 μm a priemer odraznej vrstvy 125 μm . Používajú sa predovšetkým v telekomunikáciách a vo vysokorýchlostných a diaľkových dátových sieťach. Pri SingleMode vláknach sa obvykle používa svetlo s vlnovou dĺžkou 1310 nm alebo 1500 nm (10).
- **MultiMode** (viacvidové)- Majú priemer jadra 50 alebo 62,5 μm a priemer odraznej vrstvy 125 μm . Pre MultiMode vlákna je väčšinou používané svetlo s vlnovou dĺžkou 850 nm alebo 1300 nm (10).



Obr. 24: Optické káble (15)

Ochrana optických vlákien

Ochrana optických vlákien sa delí na primárnu a sekundárnu.

Primárna ochrana je na sklenenom optickom vlákne aplikovaná vždy. Je realizovaná pomocou špeciálneho laku na vlákne a má priemer 250 μm . Jej úlohou je chrániť optické vlákno proti vlhkosti a chemickým vplyvom (10).

Sekundárna ochrana sa delí na tesnú a voľnú sekundárnu ochranu.

Tesná sekundárna ochrana

Táto ochrana chráni vlákno proti mechanickým vplyvom a zaisťuje mu pevnosť, ktorá je potrebná pre umožnenie inštalácie optického konektoru. Jedná sa o tesnú plastovú bužírku, ktorá je aplikovaná na primárnu ochranu vlákna, a má priemer 900 µm (10).

Voľná sekundárna ochrana

Pri tomto variante ochrany sú vlákna s primárnou ochranou uložených do trubičky a voľný priestor je vyplnený špeciálnym gélom. Priemer trubičky sa líši v závislosti od počtu vlákien v nej uložených. Vlákna s týmto typom ochrany nie sú vhodné k inštalácii optických konektorov, pretože nie sú dostatočne mechanicky odolné (10).

Prvky vedenia

Prvky vedenia kabeláže slúžia k zabezpečeniu prehľadnosti vedenia a ochrane káblov a ich zväzkov. Najpoužívanejšími prvkami vedenia sú lišty, žľaby, pásy na zväzovanie káblov, závesné chrániace trubky a podobne (2).

Prvky značenia

Podľa štandardu TIA/EIA 606 musí byť každý kábel označený minimálne **na oboch koncoch** a tiež káblové zväzky na oboch koncoch a tiež v mieste križenia alebo vetvenia. Označené musia byť taktiež všetky **zásuvky**, ich jednotlivé **porty** a **rozvádzače** spolu s technickými miestnosťami. Označenie musia mať aj jednotlivé **porty patch panelov** aj samotné **patch panely** rovnako ako aj všetky **aktívne prvky** a **ich porty** (10).

Prvky organizácie

Medzi prvky organizácie patria predovšetkým dátové rozvádzače a organizéry kabeláže.

Dátový rozvádzač

Dátový rozvádzač predstavuje v systéme univerzálnej kabeláže rozvodný uzol. Pre šírku dátových rozvádzačov je používané označenie v palcoch (10“, 19“, 21“, 23“). Najpoužívanejším typom je 19“ rozvádzač. Výška dátových rozvádzačov je vyjadrovaná množstvom jednotiek, ktoré je možné osadiť do rozvádzača, pričom jedna montážna jednotka (unit) 1U= 44,45 mm. Podľa umiestnenia sa delia na **nástenné** a **stojanové**. Z hľadiska konštrukcie rozoznávame rozvádzače **skriňové** a **otvorené rámy** (10).



Obr. 25: Dátové rozvádzače (21)

Organizéry

Organizéry kabeláže sú dôležitou súčasťou dátových rozvádzačov. Slúžia na sprehľadnenie káblov v dátovom rozvádzači a umožňujú operatívnu správu. Delia sa na **uzavreté** a **otvorené** (10).

Prvky spojovacie

Medzi spojovacie prvky patria dátové zásuvky, rôzne typy konektorov, prepojovacie káble a patch panely.

Dátová zásuvka

V dátovej zásuvke je ukončená horizontálna kabeláž na strane pracoviska. Už pri samotnom návrhu univerzálnej kabeláže je potrebné stanoviť umiestnenie jednotlivých zásuviek. Vysoký počet nainštalovaných zásuviek umožňuje zvýšenie počtu pripojených miest, prípadne rozšírenie využitia univerzálnej kabeláže bez nutnosti dodatočných väčších úprav. Pri výbere konkrétneho modelu dátovej zásuvky je nutné brať do úvahy zjednotenie designu, nakoľko dátová zásuvka je jediná pre užívateľa viditeľná súčasť univerzálnej kabeláže. V súčasnosti sú pre materiál, dizajn a farby dátových zásuviek široké možnosti (2),(13).



Obr. 26: Dátové zásuvky (22)

Patch panel (prepojovací panel)

Patch panel je jedným zo základných prvkov výbavy dátového rozvádzača. Dátový kábel je v ňom ukončený a vyvedený na port. Pomocou prepojovacieho kábla a patch panelu je možné na konkrétnu dátovú zásuvku presmerovať určitú službu alebo aplikáciu (13).

Delia sa na **modulárne** a **integrované**. Integrované patch panely sú vybavené určitým počtom portov jedného typu. V modulárnych prepojovacích paneloch je možné kombinovať počty a typy portov až do maximálneho osadenia (2).



Obr. 27: Rôzne prevedenia patch panelov (21)

Konektory

Konektory slúžia na ukončenie káblov na strane dátovej zásuvky, alebo patch panelu. Konektory je možné rozdeliť na dva druhy – zásuvka (**JACK**) a zástrčka (**PLUG**). Platí to pre všetky konektory bez ohľadu na konkrétny typ a konštrukciu. JACK sa používa v zariadení a PLUG na pripojovacom kábli (10).

Typ konektorov JACK

Podľa konštrukcie sa delia na **pevné (integrované)**, ktoré sú zabudované v určitom zariadení a **modulárne**, ktoré sú vymeniteľné. Modulárne jacky je možné rozdeliť podľa spôsobu uchytenia na **KEYSTONE** a **NON-KEYSTONE**. Toto delenie taktiež platí bez ohľadu na konkrétny typ a konštrukciu konektoru (10).

- **KEYSTONE** je uchytený do normalizovaného obdĺžnikového otvoru pomocou pružnej západky a pevnej zarážky (2).
- **NON-KEYSTONE** má špeciálny systém uchytenia, ktorý sa líši podľa výrobcu a typových rád výrobcu (2).



Obr. 28: Konektory typu JACK (21)

Typ konektorov PLUG

Základným používaným a normalizovaným konektorom je tienový alebo netienový Plug RJ45. Jeho konštrukcia môže mať dva rôzne typy- **plug pre drát** a **plug pre lanko**. Rozdiel medzi nimi je v konštrukcii zárezového kontaktu (10).

- **Plug pre drát** má tri špičky a zarezáva sa pozdĺžne v osi vodiča. Špičky prenikajú do stredu vodiča medzi jednotlivé dráty lanka, ktoré sú následne pritlačené pružnosťou izolácie vodiča a tým je zaistený spoj (10).

- **Plug pre lanko** má špičky dve, ale nie sú v jednej rovine. Sú vyhnuté do strán, a teda tvoria vidlicu. Špičky prerezávajú izoláciu vodiča a drát dosadá do vnútra vidlice a tým je zaistený spoj (10).

Patch Cordy (prepojovacie káble)

Prepojovacie káble slúžia k vytvoreniu dátovej cesty ku konkrétnemu zariadeniu. Patch cordy sa vyrábajú z káblov typu lanko a v praxi bývajú často farebne odlišené, kvôli jednoduchšiemu rozlíšeniu technológií. Dĺžka patch cordu v dátovom rozvážači medzi patch panelom a aktívnym prvkom by nemala presahovať **6 metrov** (13).

3.5 Wi-Fi

Wi-Fi (Wireless Fidelity) je bezdrôtová sieť určená primárne k náhrade káblového ethernetu v bezlicenčnom pásme, ktorá je dostupná prakticky v celom civilizovanom svete. Pojem Wi-Fi slúži len ako komerčný názov, ale v princípe ide o bezdrôtovú technológiu založenú na protokole **802.11b**, prípadne na novších verziách **802.11b/g**, **802.11a/h**, alebo **802.11a/h**. Medzi hlavné výhody tejto technológie patrí jej nízka cena, spôsobená okrem iného tým, že certifikované zariadenia sú dostupné vo veľkých sériách. Požiadavky na certifikáciu sú bežne dostupné a norma 802.11b je voľne dostupná na internete, preto existujú desiatky až stovky výrobcov (14).

Väčšina sietí založených na Wi-Fi funguje na bunkovom princípe, kde centrálny prístupový bod sprostredkuje pripojenie všetkým staniciam v dosahu. Pripojenie prístupových bodov je možné riešiť rôznymi spôsobmi od pripojenia pomocou lokálnej ethernetovej siete, cez prenos zdieľaných dát vzduchom, až po vyhradené optické vlákno (14).

Hlavné výhrady voči Wi-Fi smerujú k zabezpečeniu proti zneužitiu. Napriek faktu, že nové zariadenia disponujú podporou 128 bitového šifrovania protokolom WEP, všeobecné princípy zabezpečenia Wi-Fi nie sú dostatočné pre všetky aplikácie (14).

3.6 Aktívne prvky

Aktívne prvky sú zariadenia, ktoré navzájom prepájajú všetky komponenty vo vnútri budovy alebo areálu, ako sú tlačiarne, servery, počítače, IP telefóny a podobne. Je možné ich rozdeliť podľa vrstiev referenčného modelu ISO/OSI, na ktorých pracujú (12).

3.6.1 Aktívne prvky na fyzickej vrstve

Nasledujúce aktívne prvky pracujú na fyzickej vrstve modelu ISO/OSI.

Repeater (opakovač)

Zaisťuje spojenie dvoch alebo viacerých segmentov počítačovej siete. Signál, ktorý obdrží na jednom porte, zopakuje do ostatných portov, pričom signál tiež prečasuje, teda obnoví ostré vzostupné a zostupné hrany. Opakovač rozširuje kolíznu aj broadcastovú doménu (5).

Hub (rozbočovač)

Jedná sa o multiportový opakovač, ktorý je vybavený napríklad portmi RJ45 a rozširuje kolíznu aj broadcastovú doménu. Existujú jednorýchlostné varianty, ktoré používajú rýchlosť buď 10 Mbit/s alebo 100 Mbit/s, ale taktiež dvojrychlostné rozbočovače (Dual Speed Hub) (5).

Media Converter (prevodník)

Prevodník je aktívny prvok zaisťujúci prevod signálu z jedného typu prenosového média do iného. Na rozdiel od opakovača nevykonáva prečasovanie signálu (5).

3.6.2 Aktívne prvky na linkovej vrstve

Medzi aktívne prvky pracujúce na linkovej vrstve patrí napríklad switch.

Switch (prepínač)

Switch je aktívny prvok pracujúci na linkovej vrstve modelu ISO/OSI. Jeho hlavnou funkciou je prenášanie dát medzi svojimi portmi na základe MAC adresy prichádzajúcich

rámco. V súčasnosti sa switchom pridávajú funkcie, ktoré umožňujú prácu aj na vyšších vrstvách. Príkladom takýchto služieb je prenos hlasu VoIP, prenos videa a podobne (10).

Switch obsahuje vnútornú pamäť, v ktorej si uchováva všetky sieťové adresy (MAC adresy), ktoré jednoznačne identifikujú zariadenia v sieti. To znamená, že keď switch prijme dátový rámec, vie na ktorom porte je pripojené zariadenie s cieľovou MAC adresou a teda posieľa rámec na daný port. Navyše môže switch využívať celú šírku komunikačného pásma pre komunikáciu s koncovým zariadením. Uvedené fakty spôsobujú zrýchlenie komunikácie v sieti (5).

Switche môžu byť rozdelené na **manažovateľné** a **nemanažovateľné**. Manažovateľné je možné spravovať prostredníctvom diaľkovej správy cez Telnet, SNMP, HTTP a podobne (12).

3.6.3 Aktívne prvky na sieťovej vrstve

Aktívny prvok, ktorý pracuje na sieťovej vrstve referenčného modelu ISO/OSI, je napríklad router.

Router (smerovač)

Router pracuje na sieťovej vrstve referenčného modelu ISO/OSI a slúži na prepojenie dvoch a viacerých počítačových sietí. Jeho hlavnou funkciou je smerovanie paketov do iných počítačových sietí. Pomocou hlavičky paketu a forwardovacej tabuľky dokáže router určiť najvýhodnejšiu cestu pre doručenie paketu. Na komunikáciu s inými routermi sa využíva protokol ICMP (Internet Control Message Protocol) (5).

Router v súčasnosti používajú dva typy smerovania:

- **Statické**- Cestu k cieľu manuálne definuje správca siete. Nevýhodou je fakt, že v prípade výpadku niektorého zo spojov alebo smerovačov na zadanej ceste, router nedokáže nájsť alternatívnu cestu doručovania paketov (12).
- **Dynamické**- Router využíva informácie získané od iných routerov, na základe ktorých rozhoduje o ceste paketov. Kombinácia kritérií pre výber cesty sa nazýva metrika a zahŕňa údaje o najnižšom počte smerovačov, cez ktoré musí paket prejsť, priepustnosť prenosového média, oneskorenie na danej ceste (12).

3.7 Normy

Pravidlá pre návrh a inštaláciu univerzálnej kabeláže sú od 90. rokov 20. storočia normalizované rôznymi štandardizačnými organizáciami. Dôvodom je nutnosť vytvorenia jednotných pravidiel pre dátové, telekomunikačné a iné kabelážne systémy budov. Normy stanovujú postup správnej inštalácie, jej rozširovanie, prípadne zmeny. Normy sú vytvárané komisiami pre danú oblasť, ktoré sú zložené z výrobcov, zástupcov univerzít, štátov a konzultantov (6).

3.7.1 Normy platné celosvetovo

ISO (The International Organization of Standardization) je najdôležitejšou medzinárodnou štandardizačnou organizáciou. Prvá norma **ISO/IEC 11801** bola schválená v roku 1995 s požiadavkami na univerzálnu kabeláž, postupne bola doplňovaná a vychádzali novšie verzie tejto normy (3).

3.7.2 Normy platné v Európe

V rámci Európy funguje organizácia **Cenelec** (Európska komisia pre technickú špecifikáciu), ktorá vytvára normy platné pre Európsku úniu. Jednotlivé členské štáty tieto normy implementujú do národného prostredia. V roku 1995 bola vydaná norma EN 50173, ktorá bola v roku 2000 doplnená a v roku 2002 bolo vydané druhé vydanie označené ako EN 50173-1 (10).

3.7.3 Normy platné a vydané v Českej republike

- **ČSN EN 50173-1** – univerzálne kabelážne systémy – všeobecné požiadavky
- **ČSN EN 50173-2** - univerzálne kabelážne systémy – kancelárske priestory
- **ČSN EN 50173-3** - univerzálne kabelážne systémy – priemyselné priestory
- **ČSN EN 50173-4** - univerzálne kabelážne systémy – obytné priestory
- **ČSN EN 50173-5** - univerzálne kabelážne systémy – dátové centrá
- **ČSN EN 50174-1** - inštalácia káblových rozvodov – špecifikácia a zabezpečenie kvality (10).

4 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA

V tejto kapitole mojej bakalárskej práce sa budem venovať návrhu počítačovej siete, ktorá bude zodpovedať požiadavkám vedenia Veterinárneho ústavu vo Zvolene. V úvode bude zvolená vhodná technológia prenosu, následne budú navrhnuté káblové trasy, topológia siete, aktívne a pasívne prvky počítačovej siete. Ďalšou časťou práce bude návrh dostatočného počtu a vhodného rozmiestnenia jednotlivých prípojných miest a zavedenie Wi-Fi signálu v priestoroch, kde je to požadované. V závere tejto časti bude uvedené ekonomické zhodnotenie mnou zostaveného návrhu počítačovej siete.

4.1 Technológia prenosu

Pre počítačovú sieť mnou zvolenej firmy navrhujem použitie **gigabitového Ethernetu**. Pre danú technológiu je potrebná kabeľáž **triedy D** a z toho dôvodu navrhujem použitie komponent kabeľážneho systému **kategórie 5**. Uvedená technológia je vhodná pre splnenie všetkých požiadaviek firmy.

4.2 Prípojné miesta

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené počty jednotlivých koncových zariadení podľa jednotlivých miestností objektu.

Tab. 4: Počty koncových zariadení v jednotlivých miestnostiach (vlastné spracovanie)

Miestnosť	PC	Telefóny	Tlačiarne
Laboratórium väčšie	1	1	1
Laboratórium menšie	1	1	-
Pracovňa veterinárnych lekárov	5	1	3
Kancelária administratívnych pracovníkov	3	1	1
Podateľňa	3	2	1
Kancelária riaditeľa	1	1	1
Kancelária zástupcu riaditeľa	2	1	1
Kancelária správcu siete	2	1	-

Vrátnica	1	1	-
Centrálny príjem vzoriek	1	1	-
Veľká pitevňa	1	1	-

Nasledujúca tabuľka uvádza počet miestností z každého typu a počet prípojných miest v jednotlivých miestnostiach.

Tab. 5: Počty prípojných miest v miestnostiach (vlastné spracovanie)

Miestnosť	Počet miestností daného typu v objekte	Počet prípojných miest v miestnosti
Laboratórium väčšie	25	3
Laboratórium menšie	12	2
Pracovňa veterinárnych lekárov	5	9
Kancelária administratívnych pracovníkov	6	5
Podateľňa	1	6
Kancelária riaditeľa	1	3
Kancelária zástupcu riaditeľa	1	4
Kancelária správcu siete	1	3
Vrátnica	1	2
Centrálny príjem vzoriek	1	2
Veľká pitevňa	1	2

Na základe počtov prípojných miest v jednotlivých miestnostiach som zvolil použitie dátových zásuviek, z ktorých v každej budú osadené **2 porty RJ-45**. Nasledujúca tabuľka uvádza počty dátových zásuviek umiestnených do jednotlivých miestností.

Tab. 6: Počty dátových zásuviek v miestnostiach (vlastné spracovanie)

Miestnosť	Počet dátových zásuviek (2x RJ-45) v miestnosti
Laboratórium väčšie	2
Laboratórium menšie	1
Pracovňa veterinárnych lekárov	5
Kancelária administratívnych pracovníkov	4
Podateľňa	4
Kancelária riaditeľa	3
Kancelária zástupcu riaditeľa	3
Kancelária správcu siete	3
Vrátnica	2
Centrálny príjem vzoriek	2
Veľká pitevňa	2

Nasledujúca tabuľka popisuje počty dátových zásuviek na jednotlivých poschodiach obidvoch budov Veterinárneho ústavu. V objekte bude po novom umiestnených **133 dátových zásuviek** a každá z nich bude osadená **2 portmi RJ-45**.

Tab. 7: Počty dátových zásuviek na jednotlivých poschodiach (vlastné spracovanie)

Budova	Poschodie	Počet dátových zásuviek 2xRJ45
„Stará“	3.	42
„Stará“	2.	21
„Stará“	1.	25
„Nová“	2.	22
„Nová“	1.	23
Spolu		133

4.3 Topológia siete

V počítačovej sieti Veterinárneho ústavu sa budú nachádzať **tri dátové rozvádzače**. Hlavný dátový rozvádzač bude umiestnený v serverovni na treťom poschodí „starej“ budovy a bude umiestnený v jednom ráme spolu s rozvádzačom pre druhé a tretie poschodie „starej“ budovy.

Druhý dátový rozvádzač bude umiestnený na prízemí v „novej“ budove v blízkosti spojovacej chodby. Tento rozvádzač bude slúžiť pre prvé a druhé poschodie „novej“ budovy.

Tretí rozvádzač bude umiestnený na vrátnici a bude slúžiť pre prvé poschodie „starej“ budovy a uloženie telefónnej ústredne.

Rozvádzače budú spojené s hlavným rozvádzačom optickým káblom v konštrukcii **OPDS** so 4 vláknami.

4.4 Sekcie kabelážneho systému

V tejto kapitole mojej bakalárskej práce budú uvedené káble zvolené pre jednotlivé sekcie kabelážneho systému.

4.4.1 Horizontálna sekcia

V rámci horizontálnej sekcie navrhujem použitie netienenej kabeláže, pretože sa v areáli firmy nevyskytuje žiadny potenciálny zdroj rušenia. Navrhujem teda použitie kábla **Belden 1700 ENH** typu drát s konštrukciou zvarených párov. Jedná sa o kábel kategórie 5 certifikovaný do 350 MHz. Plášť uvedeného kábla je vyrobený z bezhalogénových materiálov, čo je z bezpečnostného hľadiska nevyhnutné v budovách, kde sa nachádza väčší počet ľudí. Uvedený kábel bol zvolený z dôvodu požiadavky vedenia firmy na typ siete Ethernet 1Gbit. Použitie tohto kábla považujem za vhodné, nakoľko vedenie požaduje možnosť budúceho rozšírenia používaných technológií, napríklad o IP kamery, IP telefóny alebo prístupový systém.

4.4.2 Chrbticová sekcia

V rámci chrbticovej sekcie budú optické káble spájať hlavný rozvádzač umiestnený na treťom poschodí starej budovy (DR-A) s ostatnými dátovými rozvádzačmi v areáli firmy (DR-B a DR-C). V prostredí, ktorým bude kábel prechádzať sa nevyskytujú žiadne vplyvy, ktoré by mohli negatívne pôsobiť na prenosové vlastnosti optického kábla. Z toho dôvodu som zvolil **Belden GUMT204 MM 50/125 LSNH**. Jedná sa o optický kábel konštrukcie **OPDS so 4 vláknami** s tesnou sekundárnou ochranou a pevnostnou aramidovou výplňou okolo vlákien a plášťom vyrobeným z bezhalogénových materiálov.

4.4.3 Pracovná sekcia

V pracovnej sekcii navrhujem použitie káblov typu lanko z pružného materiálu. Konkrétne **UTP patch cordov** kategórie 5 **Panduit UTP28CH**. V dátových rozvádzačoch budú použité patch cordy rôznych dĺžok a rôznych farieb na zjednodušenie orientácie v nich.

4.5 Trasy kabeláže

V tejto podkapitole budú uvedené jednotlivé trasy kabeláže v areáli Veterinárneho ústavu.

4.5.1 Trasy chrbticovej sekcie

Trasa kabeláže od hlavného dátového rozvádzača (DR-A) k dátovému rozvádzaču DR-B bude prechádzať zo serverovne stúpačkou priamo na prvé poschodie „starej budovy“. V tejto časti chrbticovej trasy sú káble uložené v PVC žľabe. Na prvom poschodí bude vedená trasou v podhl'ade až k spojovacej chodbe. Káble sú tu uložené v kovovom žľabe. Cez spojovaciu chodbu bude vedená taktiež v podhl'ade v kovovom žľabe až k dátovému rozvádzaču DR-B.

Trasa kabeláže od hlavného dátového rozvádzača DR-A k dátovému rozvádzaču DR-C umiestnenému na vrátnici bude prechádzať zo serverovne stúpačkou na prvé poschodie „starej“ budovy. Tu budú káble uložené v PVC žľabe. Na prvom poschodí bude trasa

vedená v podhl'ade až k vrátnici k rozvádzaču DR-C. V podhl'ade budú káble uložené v kovovom žľabe.

4.5.2 Trasy horizontálnej sekcie

Jednotlivé trasy v rámci horizontálnej sekcie siete budú označené písmenami od A do I.

Trasy A,B,C,D

Trasy A a B vedú od dátového rozvádzača umiestneného v serverovni (**DR-A**) k jednotlivým prípojným miestam na tomto poschodí na strane chodby, na ktorej sa nachádza serverovňa.

Trasy C a D vedú od dátového rozvádzača v serverovni k prípojným miestam na opačnej strane chodby.

Zväzok káblov je privedený PVC žľabom na stene v serverovni z dátového rozvádzača do parapetného žľabu, kde sa vetví na trasu A smerujúcu naľavo od serverovne a trasu B smerujúcu napravo.

Druhý zväzok káblov je prevedený cez chodbu trasou v podhl'ade, následne je vedený v žľabe po stene kancelárie oproti serverovni a je privedený do parapetného žľabu, v ktorom sa vetví na trasu C smerujúcu naľavo od danej kancelárie a trasu D smerujúcu napravo od kancelárie.

Trasy E,F

Trasy E a F vedú od dátového rozvádzača umiestneného v serverovni (**DR-A**) k prípojným miestam na druhom poschodí „starej“ budovy.

Zväzok káblov vychádza z dátového rozvádzača, PVC žľabom na stene je privedený do stúpačky, ktorou vedie na druhé poschodie. Tam v miestnosti pod serverovňou je opäť uložený v PVC žľabe pod stropom a prierezom v stene je privedený do podhl'adu na chodbe, kde sa vetví na trasu E smerujúcu naľavo od miestnosti a trasu F, ktorá smeruje napravo. Z týchto trás sa následne vetvia káble do jednotlivých dátových zásuviek v miestnostiach na druhom poschodí „starej“ budovy. V podhl'adoch sú káble uložené

v kovovom žľabe. Káble sú z podhľadu vyvedené FXP trúbkami uloženými v stenách laboratórnych priestorov.

Trasa G

Trasa G vedie od dátového rozvádzača **DR-B** k prípojným miestam umiestneným na prvom poschodí „novej“ budovy.

Z dátového rozvádzača je vyvedený zväzok káblov, ktorý je v PVC žľabe privedený do podhľadu na prvom poschodí v „novej“ budove, kde sú káble uložené do kovového žľabu. Trasa G vedie smerom na opačný koniec chodby a vetvia sa z nej káble k jednotlivým prípojným miestam na tomto poschodí. Káble sú v jednotlivých miestnostiach opäť vedené v stenách v FXP trúbkách.

Trasa H

Trasa H spája dátový rozvádzač **DR-B** s jednotlivými prípojnými miestami na druhom poschodí „novej“ budovy.

Z dátového rozvádzača vychádza zväzok káblov, ktorý prechádza stúpačkou na druhé poschodie v „novej“ budove a PVC žľabom je privedený po stene do podhľadu na chodbe druhého poschodia. V podhľade vedie po celej dĺžke chodby a vetví sa k jednotlivým prípojným zariadeniam. V podhľade sú káble uložené v kovových žľaboch a v miestnostiach sú vedené FXP trúbkami uloženými v stenách.

Trasa I

Trasa I vedie od dátového rozvádzača na prvom poschodí „starej“ budovy umiestneného na vrátnici (**DR-C**) k prípojným miestam na tomto poschodí.

Z dátového rozvádzača je vyvedený zväzok káblov pomocou PVC žľabu pod stropom a týmto spôsobom je privedený do podhľadu na chodbe prvého poschodia. V podhľade sú káble vedené pomocou kovového žľabu. Z podhľadu sú káble privedené do jednotlivých miestností pomocou FXP trúbiek v stenách.

Tab. 8: Počty káblov v jednotlivých trasách (vlastné spracovanie)

Trasa	Počet káblov
A	14
B	22
C	16
D	30
E	14
F	28
G	46
H	44
I	50

4.6 Prvky vedenia kabeláže

V nasledujúcej podkapitole budú uvedené spôsoby vedenia kabeláže v jednotlivých priestoroch budov Veterinárneho ústavu.

4.6.1 Kancelárske priestory

V kancelárskych priestoroch budú káble vedené v žľaboch pod oknami. Toto riešenie považujem za vhodné z hľadiska estetického a taktiež z hľadiska funkčného.

4.6.2 Laboratórne priestory

V priestoroch laboratórií je požadované vedenie káblov v stenách, ako to bolo aj v pôvodnom stave. Tento spôsob vedenia kabeláže je stanovený normou a z toho dôvodu bude použitý aj v mojom návrhu. Káble v stenách budú uložené v FXP trúbkach, ktoré už v stenách umiestnené sú. Rovnakým spôsobom budú káble vedené aj v pracovniach veterinárnych lekárov, keďže sa nachádzajú vždy v blízkosti laboratórií.

4.6.3 Chodby

Na chodbách v obidvoch budovách navrhujem vedenie kabeláže v podhl'adoch v zdvojených stropoch. Káble v podhl'adoch budú uložené do kovových žľabov. Dané riešenie bude aplikované vo všetkých priestoroch chodieb s výnimkou tretieho poschodia „novej“ budovy, kde sú káble vedené žľabom.

4.7 Spojovacie prvky

Navrhujem použitie modulárnych spojovacích prvkov, nakoľko eliminujú vplyvy ľudského faktoru pri inštalácii a taktiež umožňujú kombinovanie rôznych typov prvkov a rozširovanie ich počtov až do maximálnych kapacít. Ich konštrukcia je bez plošných spojov, takže lepšie zachovávajú svoje prenosové parametre a odolávajú poruchám, nakoľko plošný spoj je častým zdrojom porúch týchto prvkov.

4.7.1 Konektory pre metalické káble

Ako konektory pre metalickú kabeláž budú použité Mini-Jack RJ45 cat. 5 UTP **Panduit J588AWY** z dôvodu zachovania modularity systému a dobrej kompatibility so zvolenými káblami.



Obr. 29: Použitý konektor- JACK (21)

4.7.2 Optické konektory

V rámci chrbticovej sekcie navrhujem použitie konektorov **Panduit FJGM5CEI** Multi Mode Duplex Opti-Jack.



Obr. 30: Použitý optický konektor OPTI JACK (21)

4.7.3 Dátové zásuvky

Dátové zásuvky sú jednou z mála častí kabelážneho systému, s ktorými užívateľ prichádza do priameho kontaktu, preto je pri nich okrem prenosových parametrov podstatné aj dizajnové prevedenie. Preto je výhodné zladať dizajn zásuviek s prostredím, v ktorom budú inštalované.

Navrhujem použitie dátových zásuviek od výrobcu ABB z rady Tango, konkrétne zásuvky **ABB Tango AT3AW**. Uvedené zásuvky sú jednoduché na inštaláciu a majú dobrú kompatibilitu so zvolenými konektormi. Konektory nevyčnievajú zo zásuvky, čím je znížené riziko poškodenia zásuvky aj konektoru. Uvedené dátové zásuvky sú dostupné vo veľkom množstve rôznych farebných prevedení a ich výhodou je možnosť osadenia každej zásuvky až tromi konektormi. V priestoroch laboratórií aj v kancelárskych priestoroch navrhujem použitie zásuviek bielej farby.



Obr. 31: Použitá dátová zásuvka ABB Tango (22)

4.7.4 Patch panely

V danom projekte navrhujem pre ukončenie liniek použitie 2U a 1U modulárnych celokovových patch panelov **Panduit CP48WSBL** a **Panduit CP24WSBL** s vyvážovacou lištou, do ktorých je možné osadiť 48 resp. 24 portov. Modulárne patch panely som zvolil z dôvodu zaistenia možnosti inštalácie rôznych typov konektorov a taktiež z dôvodu ich konštrukcie bez plošného spoja. Vyvážovacie lišty boli vybrané z dôvodu pevného fixovania káblov k patch panelom.



Obr. 32: Použitý 2U patch panel (21)

Pre ukončenie telefónnych liniek budú použité telefónne patch panely **Panduit VP25344KBL Y**. Uvedené patch panely sú netienené, majú šírku 19 palcov, výšku 1U a sú osadené 25 portmi.



Obr. 33: Použitý 1U telefónny patch panel (21)

4.7.5 Multimediálne optické rozvádzače

Pre ukončenie optických káblov v rozvádzačoch navrhujem použitie multimediálnej vane s výškou 1U **Panduit FMT1**. Ako čelo tejto vane bude použitý 1U patch panel **Panduit CP24WBL**.

4.8 Prvky organizácie

V nasledujúcej podkapitole budú uvedené použité dátové rozvádzače a prvky použité na organizáciu káblov v nich.

4.8.1 Organizéry kabeláže

V dátových rozvádzačoch počítačovej siete pre Veterinárny ústav navrhujem použitie horizontálnych jednostranných hrebeňových organizérov s odklápacím vekom o výške 2U. Konkrétne typ **Panduit WMPF1E**, ktorý bude použitý vo všetkých dátových rozvádzačoch.



Obr. 34: Použitý organizér kabeláže (21)

4.8.2 Dátové rozvádzače

V objekte firmy budú umiestnené tri dátové rozvádzače. Pre hlavný rozvádzač umiestnený v serverovni na treťom poschodí, označený ako **DR-A**, som zvolil rozvádzač s konštrukciou 4-Post otvoreného rámu so šírkou 19 palcov a výškou 32 U. Tento rám

bude slúžiť taktiež ako dátový rozvádzač pre druhé a tretie poschodie „starej“ budovy. Konštrukcia otvoreného rámu bola zvolená z dôvodu eliminovania problémov s chladením. Použitie danej konštrukcie je možné z dôvodu umiestnenia rozvádzača do serverovne, kam má prístup len správca siete Veterinárneho ústavu. Prevedenie 4-Post bolo zvolené z dôvodu lepšej stability rámu.

Na prvom poschodí v „novej“ budove v blízkosti chodby spájajúcej budovy bude umiestnený druhý dátový rozvádzač **DR-B**, ktorý bude slúžiť pre ukončenie liniek dátových zásuviek umiestnených v „novej“ budove na obidvoch poschodiach. Tento rozvádzač bude stojanový skriňový s výškou 42 U. Uvedený typ konštrukcie som zvolil z dôvodu umiestnenia rozvádzača na mieste, kam majú prístup všetci zamestnanci firmy, prípadne aj návštevy na pracovisku. Pri tomto type konštrukcie bude vylúčená možnosť nežiaducej manipulácie s komponentmi dátového rozvádzača.

Na prvom poschodí v „starej“ budove, konkrétne na vrátnici, bude umiestnený tretí dátový rozvádzač, ktorý bude slúžiť pre ukončenie liniek prvého poschodia „starej“ budovy. Tento rozvádzač bude stojanový skriňový o výške 42 U a jeho označenie je **DR-C**. Dôvody na zvolenie tohto typu konštrukcie sú zhodné s predchádzajúcim rozvádzačom.

Vyššia kapacita oboch rozvádzačov bola zvolená z dôvodu zachovania dostatočnej rezervy a tiež z dôvodu minimálneho cenového rozdielu oproti menším rozvádzačom.

Osadenie všetkých dátových rozvádzačov je znázornené v prílohe.

4.9 Značenie

Táto podkapitola popisuje systém a jednotlivé prvky značenia všetkých súčastí počítačovej siete firmy, na ktorých je to potrebné.

4.9.1 Identifikačné značenie

Táto podkapitola obsahuje popis systému značenia jednotlivých prvkov siete, na ktorých je značenie potrebné.

Dátové rozvádzače

V objekte sa nachádzajú tri dátové rozvádzače. Rozvádzač v serverovni na treťom poschodí „starej“ budovy bude označený ako **DR-A**, rozvádzač umiestnený na prvom poschodí „novej“ budovy v blízkosti chodby spájajúcej budovy bude označený ako **DR-B**. A rozvádzač umiestnený na vrátnici na prvom poschodí „starej“ budovy bude označený ako **DR-C**.

Patch panely a ich porty

Každý patch panel bude označený číslom od 1 do počtu patch panelov v projekte (patch panel umiestnený najvyššie v dátovom rozvádzači bude mať najnižšie číslo). Taktiež jednotlivé porty patch panelov budú označené číslami od 1 do počtu portov konkrétneho patch panelu. Dátové patch panely budú označené ako PP, telefónne patch panely ako TP a optické vane budú označené ako OP.

Dátové zásuvky a ich porty

Porty dátových zásuviek budú označené pomocou reverzného identifikačného kódu. Kód bude vytvorený z označenia dátového rozvádzača, patch panelu a portu z ktorého vedie kábel do konkrétnej dátovej zásuvky.

Formát kódu bude **RPXX**, kde:

- **R** je označenie dátového rozvádzača (písmeno A-C)
- **P** je označenie patch panelu (číslo 1-7)
- **XX** je označenie portu patch panelu (číslo 01-48)

Príklad: A211 – zásuvka, ktorej linka je ukončená v rozvádzači A, v patch paneli číslo 2 v porte číslo 11.

Káble horizontálnej sekcie

Káble liniek horizontálnej sekcie budú označené rovnakým spôsobom ako zásuvky pomocou reverzného identifikačného kódu.

Aktívne prvky a ich porty

Jednotlivé aktívne prvky v celého projektu budú označené číslom od 1 do ich celkového počtu v projekte. Prvok umiestnený najvyššie v dátovom rozvádzači bude mať najnižšie

číslo. Ich jednotlivé porty budú označené tiež číslami od 1 do ich počtu, pričom port vľavo bude mať najnižšie číslo.

4.9.2 Výstražné značenie

Na trasách, ktorými budú prechádzať optické káble, budú umiestnené výstražné štítky s varovaním pred laserom.

4.10 WiFi

Vedenie firmy požaduje pokrytie priestorov administratívnych kancelárií WiFi signálom, ktorý bude využívaný vedúcimi a administratívnymi pracovníkmi a prípadne aj návštevami riaditeľa alebo jeho zástupcu.

Pre pokrytie signálom WiFi je potrebné umiestnenie **prístupového bodu (access point)** do určených priestorov. Navrhujem umiestnenie prístupového bodu WiFi na chodbe tretieho poschodia „starej“ budovy v blízkosti kancelárií, v ktorých má byť WiFi signál prístupný. Tento prístupový bod bude umiestnený na stenu, 20 cm pod stropom. V areáli, ani v jeho blízkom okolí sa nevyskytujú iné WiFi siete, ani žiadny iný potenciálny zdroj rušenia.

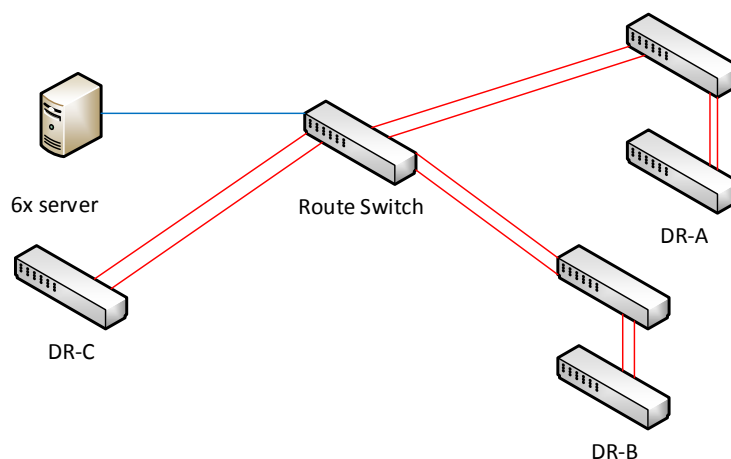
4.11 Aktívne prvky

Táto podkapitola popisuje aktívne prvky zvolené pre použitie v počítačovej sieti Veterinárneho ústavu. V rámci celej siete budú použité plne manažovateľné aktívne prvky.

4.11.1 Logická schéma siete

V sieti bude centrálnym prvkom route switch, na ktorý budú pripojených 6 serverov, ktoré už v objekte umiestnené boli. Každý zo serverov bude pripojený na rýchlosti 1 Gbit/s. V dátovom rozvádzači DR-A budú umiestnené ďalšie 2 switche, v rozvádzači DR-B ďalšie 2 switche a v rozvádzači DR-C bude umiestnený jeden switch. Pripojenie

chrpticových vedení bude realizované prostredníctvom SFP portov. Do SFP portov budú umiestnené **1000BASE Fibre SFP GBIC** moduly. Výsledná logická schéma siete je znázornená na nasledujúcom obrázku.



Obr. 35: Logická schéma siete (vlastné spracovanie)

4.11.2 Route switch

Route switch bude použitý v hlavnom dátovom rozvádzači a bude slúžiť ako hlavný a centrálny prvok siete. Z toho dôvodu ním bude najvýkonnejší prvok v sieti. Ako route switch pre sieť Veterinárneho ústavu navrhujem **NETGEAR GSM7228S**. Uvedený route switch je disponuje 24 portmi RJ-45 a 6 SFP portmi.

Na uvedený route switch bude tiež napojených 6 serverov, ktoré už boli súčasťou siete Veterinárneho ústavu. Každý z nich bude pripojený na rýchlosti 1Gbit/s.



Obr. 36: Použitý route switch (23)

4.11.3 Switche

Nakoľko dátový rozvádzač **DR-A** slúži aj pre ukončenie liniek druhého a tretieho poschodia “starej” budovy, bude v ňom umiestnený jeden 48 portový a jeden 24 portový switch.

Dátový rozvádzač **DR-B** slúži na ukončenie liniek na prvom a druhom poschodí v „novej” budove. V rozvádzači **DR-B** bude teda použitý jeden 24 portový a jeden 48 portový switch.

V dátovom rozvádzači **DR-C** sú ukončené linky prvého poschodia “starej” budovy. Bude tu použitý ďalší 48 portový switch.

V počítačovej sieti Veterinárneho ústavu budú použité switche **NETGEAR GS748T**. Tieto switche sú plne manažovateľné, podporujú agregáciu liniek, čo môže byť potrebné v prípade potreby realizácie spojení pomocou trunku a STP protokol, čo môže byť využité v prípade realizácie redundantných vedení. Uvedené switche sú osadené 48 portmi RJ-45 a 4 SFP portmi.



Obr. 37: Použitý 48 portový switch (23)

Druhou variantou použitých switchov bude **NETGEAR GS724T**. Jedná sa o plne manažovateľný switch, ktorý podporuje agregáciu liniek a STP protokol. Tento switch je vybavený 24 portmi RJ-45 a 2 portmi SFP.



Obr. 38: Použitý 24 portový switch (23)

4.11.4 Prístupový bod WiFi

Pre WiFi sieť mnou vybranej spoločnosti navrhujem použitie prístupového bodu **D-Link DIR-859**, ktorý má dostatočné parametre pre dané riešenie. Riešenie daného prístupového bodu s tromi anténami umožňuje pokrytie väčších priestorov a poskytuje pripojenie k internetu s vysokou rýchlosťou vďaka podpore špecifikácie **802.11 ac** určenej špeciálne pre vysokorýchlostné riešenia. Taktiež cena tohto prístupového bodu je priaznivá vzhľadom na jeho parametre.



Obr. 39: Použitý access point pre WiFi (24)

4.12 Ekonomické zhodnotenie

V tejto kapitole bude uvedené zhodnotenie ekonomickej stránky vypracovaného návrhu počítačovej siete pre Veterinárny ústav Zvolen.

Tab. 9: Súhrnný rozpočet návrhu (vlastné spracovanie)

Položka	Cena
Káble, konektory a zásuvky	186 860,54 Kč
Dátové rozvádzače a príslušenstvo	163 667,80 Kč
Aktívne prvky	157 487,84 Kč
Trasy kabeláže	89 750,54 Kč
Inštalácia	270 000 Kč
Celkom	867 767 Kč

V tabuľke sú uvedené ceny za jednotlivé kategórie použitých prvkov. Cena za inštaláciu zahŕňa inštaláciu dátových rozvádzačov, aktívnych prvkov, káblov do káblových trás a tiež náklady na certifikáciu siete. Celková suma za materiál a inštaláciu je po zaokrúhlení na celé koruny **867 767 Kč**. Kompletný rozpočet, ktorý zahŕňa ceny a množstvá jednotlivých položiek potrebných pre realizáciu daného návrhu je uvedený v prílohách.

ZÁVER

Rekonštrukcia počítačovej siete v objekte Veterinárneho ústavu vo Zvolene je prínosným a perspektívnym krokom, nakoľko firma využíva sieť ku svojim každodenným činnostiam. Bezproblémová prevádzka počítačovej siete urýchli a zjednoduší činnosť firmy. Výhodou mnou vytvoreného návrhu, siete založenej na univerzálnej kabeláži, je jej schopnosť prispôbiť sa zvyšovaniu počtu prípojných miest, prípadne aj rozširovaniu používaných technológií.

Návrh počítačovej siete spĺňa požiadavky, ktoré boli určené investorom. Celá sieť je založená na UTP kabeláži kategórie 5, pričom technológiou prenosu v danej sieti je Gigabit Ethernet.

Návrh obsahuje dostatočný počet prípojných miest, ktorý bude spĺňať potreby zamestnancov a vedenia ústavu, a taktiež poskytuje určitú rezervu pre prípad potreby zvýšenia počtu prípojných miest v objekte v budúcnosti. Použité pasívne prvky od výrobcu Panduit, dátové zásuvky ABB Tango a kabeláž od výrobcu Belden poskytujú výborné prenosové parametre, ktoré si taktiež zachovávajú aj v čase. Projekt obsahuje tiež výkresovú dokumentáciu, ktorá znázorňuje trasy kabeláže a umiestnenie jednotlivých koncových bodov siete.

Návrh počítačovej siete pre Veterinárny ústav obsahuje tiež návrh konkrétnych aktívnych prvkov od výrobcu Netgear, ktoré zabezpečujú spoľahlivú a bezpečnú prevádzku aktívnej časti siete.

V závere návrhu je formulované ekonomické zhodnotenie celého projektu, ktorý zahŕňa ceny jednotlivých prvkov, aj cenu za inštaláciu danej počítačovej siete do objektu.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- (1) TRUELOVE, J. *Sítě LAN : hardware, instalace a zapojení*. 1.vydání. Praha:Grada,2009.384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.
- (2) JORDÁN, V. *Jak na to? : Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální kabeláže*. Kroměříž:Kassex,2005.
- (3) BIGELOW, S. J. *Mistrovství v počítačových sítích*. 1.vydání. Brno: Computer Press, 2004. 992 s. ISBN 80-251-0178-9.
- (4) SOSINSKY, B. *Mistrovství – počítačové sítě*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- (5) ONDRÁK, V. *Přednášky – počítačové sítě*. Brno: VUT Fakulta podnikatelská, 2014.
- (6) HORÁK, J., KERŠLÁGER, M. *Počítačové sítě: Pro začínající správce*. 3.vyd. Brno: Computer Press, 2006. 212 s. ISBN 80-251-0829-9.
- (7) KABELOVÁ, A., DOSTÁLEK, L. *Velký průvodce TCP/IP a systémem DNS*. 5. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2008. 488 s. ISBN 978-80-251- 2236-5.
- (8) ČSN EN 50173-1. *Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – Část 1: Všeobecné požadavky a kancelářské prostředí*. 2003.
- (9) PUŽMANOVÁ, R. *TCP/IP v kostce*. 2. upr. a rozš. vyd. České Budějovice: Kopp, 2009. ISBN 978-80-7232-388-3.
- (10) ONDRÁK, V. a V. JORDÁN. *Infrastruktura komunikačních systémů I univerzální kabelážní systémy*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4839-1.
- (11) Srovnání UTP a STP kabeláží. Kassex [online]. © 1995-2009 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.kassex.cz/knihovna/clanky/srovnani-utp-a-stp-kabelazi>.
- (12) Aktivne prvky. Netkosice.sk [online].© [cit. 2016-01-22].Dostupné z: http://stafo.netkosice.sk/download/aktivne_prvky.pdf

- (13) SKS Příručka. *Variant.cz* [online]. © 2008- 2015 [cit. 2016-01-21]. Dostupné z http://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf
- (14) Co je to Wi-Fi? Úvod do technologie. *hw.cz* [online]. © 1997- 2014 [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/produkty/ethernet/co-je-to-wifi-uvod-do-technologie.html>
- (15) ATCOM INC. *LANshack.com* [online]. © 1999-2015 [cit. 2016-01-26]. Dostupný z: http://www.lanshack.com/images/Category_Images/lcab-4c.jpg
- (16) GLASSFASERINFO. *glassfaserinfo.de* [online]. © [cit. 2016-01-26]. Dostupný z: <http://www.glasfaserinfo.de/messwerte.html>
- (17) TVDIGITALNE. *tvdigitalne.sk* [online]. © [cit. 2016-01-26]. Dostupný z: <http://www.tvdigitalne.sk/galery/45-koaxialny-kabel-rg6u-1m.jpg>
- (18) CABLE APPLICATIONS. *www.cables.co.za* [online]. © 2012. [cit. 2016-01-26]. Dostupný z: <https://www.cables.co.za/mesia/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/u/t/utp-category5e-cable.jpg>
- (19) SYSTEMAK. *systemak.sk* [online]. © 2004-2016. [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: http://www.systemak.sk/wp-content/uploads/2014/05/OSI_image3.gif
- (20) HOME.ZCU. *home.zcu.cz* [online]. © 2002-2016. [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~topinkov/obr/>
- (21) PANDUIT [online]. © 1996-2016.[cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.panduit.com>
- (22) KASSEX [online]. © 1995-2009.[cit 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.kassex.cz>
- (23) NETGEAR [online]. © 1996-2016.[cit 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.netgear.com>
- (24) ALZA [online]. ©1994-2016.[cit 2016-05-01]. Dostupné z: <https://www.alza.cz>

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1: Aktívne prvky v súčasnej sieti.....	21
Tab. 2: Kategórie kabeláže	32
Tab. 3: Triedy kabeláže	33
Tab. 4: Počty koncových zariadení v jednotlivých miestnostiach.....	48
Tab. 5: Počty prípojných miest v miestnostiach.....	49
Tab. 6: Počty dátových zásuviek v miestnostiach	50
Tab. 7: Počty dátových zásuviek na jednotlivých poschodiach.....	50
Tab. 8: Počty káblov v jednotlivých trasách.....	55

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1: Organizačná štruktúra firmy.....	11
Obr. 2: Plán väčšieho laboratória.....	13
Obr. 3: Plán menšieho laboratória	13
Obr. 4: Plán pracovne veterinárnych lekárov	14
Obr. 5: Plán administratívnej kancelárie.....	14
Obr. 6: Plán podateľne	15
Obr. 7: Plán kancelárie riaditeľa	15
Obr. 8: Plán kancelárie zástupcu riaditeľa	16
Obr. 9: Plán kancelárie správcu siete.....	16
Obr. 10: Plán vrátnice	17
Obr. 11: Plán centrálného príjmu vzoriek.....	17
Obr. 12: Plán veľkej pitevne	18
Obr. 13: Topológia súčasnej siete.....	19
Obr. 14: Zbernicová topológia.....	25
Obr. 15: Hviezdicová topológia.....	26
Obr. 16: Kruhová topológia	26
Obr. 17: Porovnanie modelu ISO/OSI a architektúry TCP/IP	27
Obr. 18: Koaxiálny kábel.....	35
Obr. 19: UTP kábel kategórie 5e	36

Obr. 20: Meranie NEXT	37
Obr. 21: Meranie FEXT	37
Obr. 22: Meranie PS NEXT	37
Obr. 23: Meranie PS FEXT	38
Obr. 24: Optické káble	39
Obr. 25: Dátové rozvádzače	41
Obr. 26: Dátové zásuvky	42
Obr. 27: Rôzne prevedenia patch panelov	42
Obr. 28: Konektory typu JACK	43
Obr. 29: Použitý konektor- JACK	56
Obr. 30: Použitý optický konektor OPTI JACK	57
Obr. 31: Použitá dátová zásuvka ABB Tango	57
Obr. 32: Použitý 2U patch panel	58
Obr. 33: Použitý 1U telefónny patch panel	58
Obr. 34: Použitý organizér kabeláže	59
Obr. 35: Logická schéma siete	63
Obr. 36: Použitý route switch	63
Obr. 37: Použitý 48 portový switch	64
Obr. 38: Použitý 24 portový switch	65
Obr. 39: Použitý access point pre WiFi	65

ZOZNAM SKRATIEK

AWG	American Wire Gauge
DR	Dátový rozvádzač
FDDI	Fibre Distributed Data Interface
FTP	Foiled Twisted Pair
GBIC	Gigabit Interface Converter
GE	Gigabit Ethernet
IP	Internet Protocol
ISTP	Individually Shielded Twisted Pair
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
PDU	Protocol Data Unit
PE	Polyetylén
PP	Patch panel
PUR	Polyuretán
PVC	Polyvinylchlorid
SFP	Small Form Factor Pluggable
SNMP	Simple Network Management Protocol
STP	Shielded Twisted Pair
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
WiFi	Wireless Fidelity
WAN	Wide Area Network

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Výkresová dokumentácia

Príloha 2: Osadenie patch panelov

Príloha 3: Rozpočet

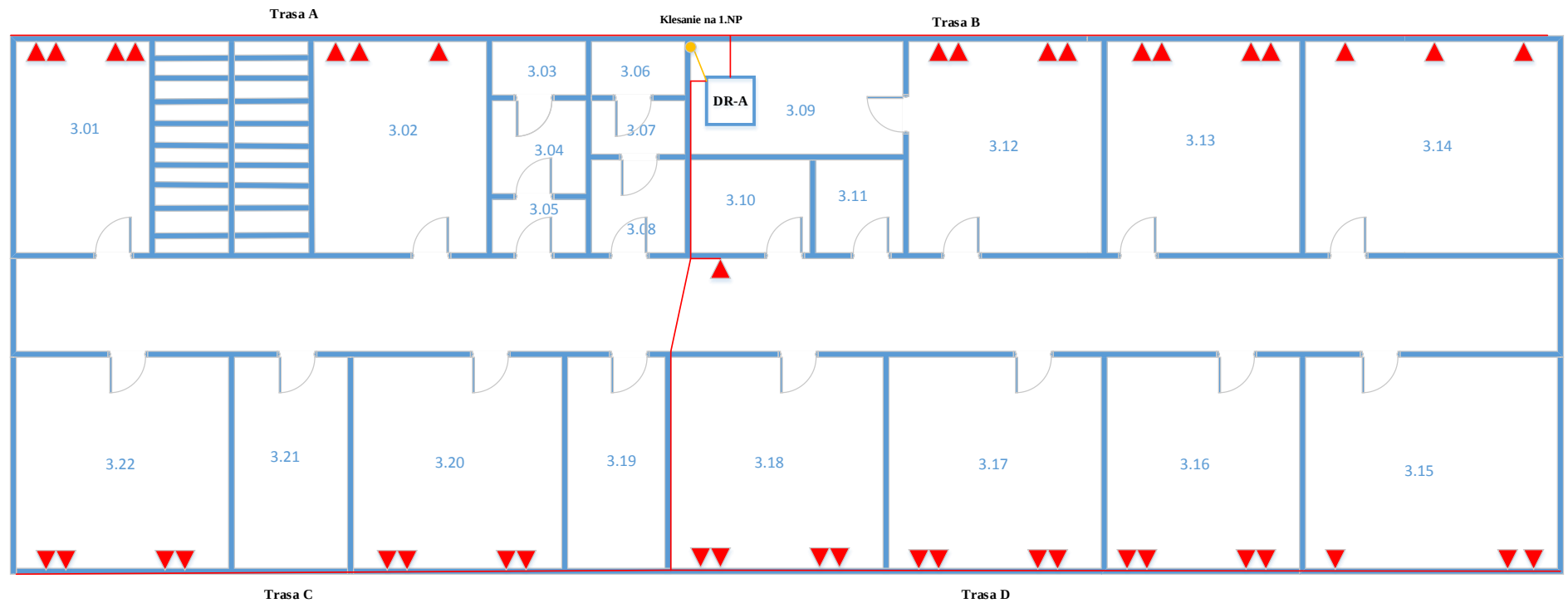
Príloha 4: Osadenie dátových rozvádzačov

Príloha 5: Káblové tabuľky

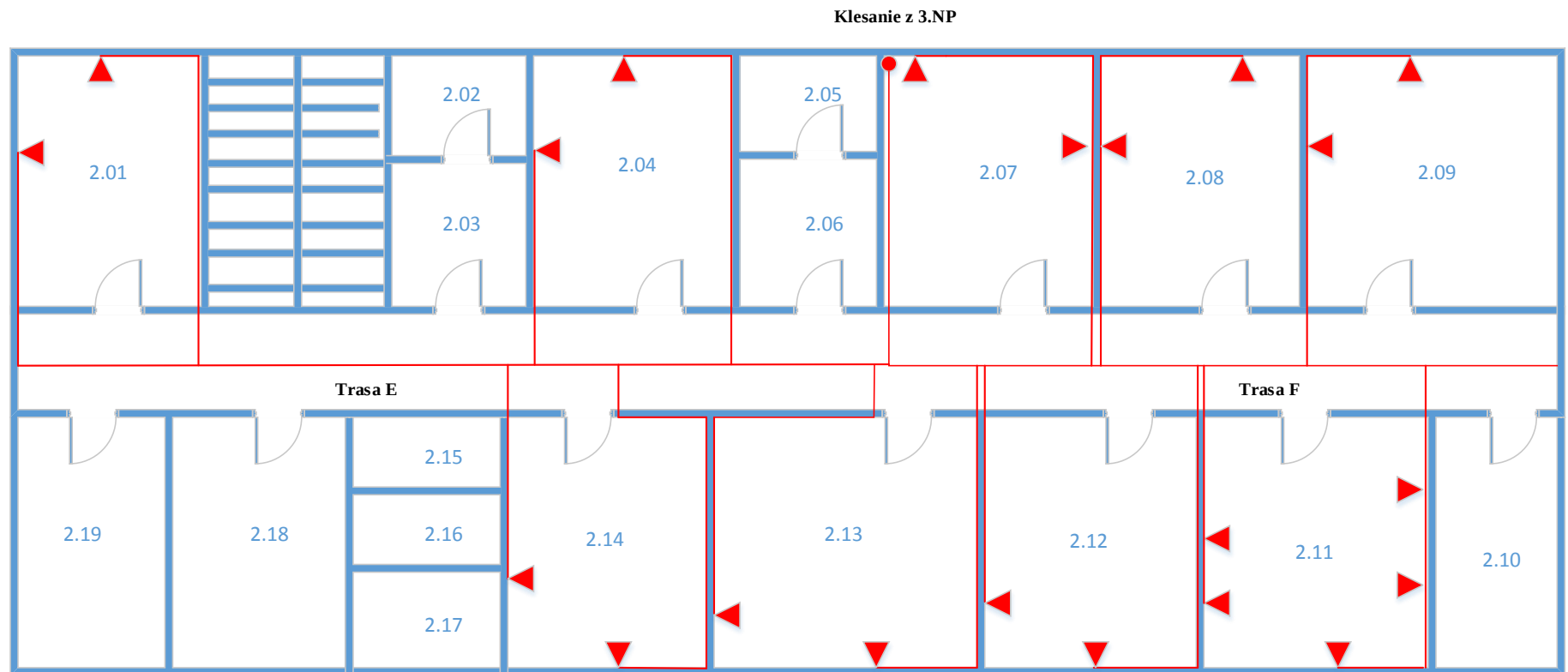
PRÍLOHY

Príloha 1: Výkresová dokumentácia

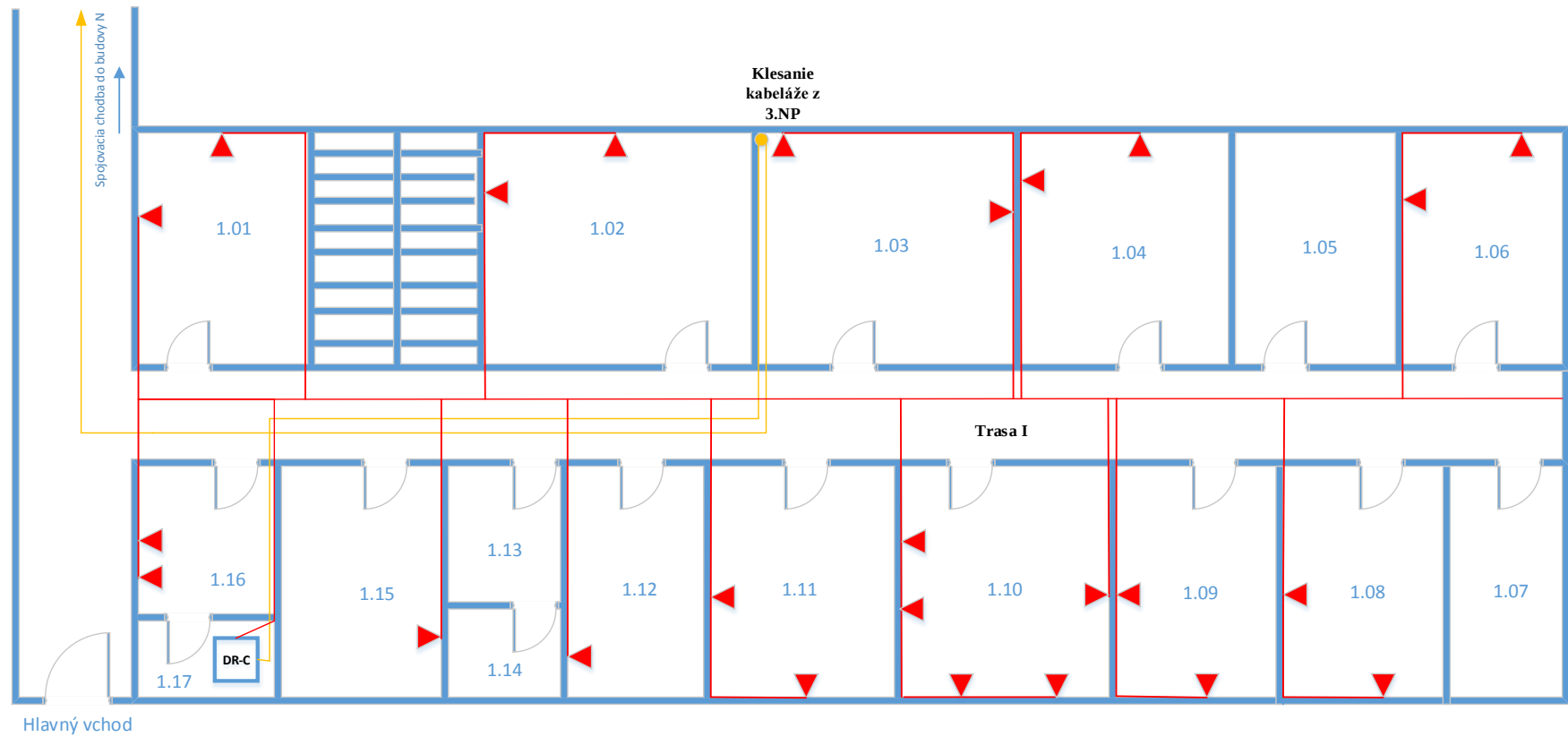
Nákres 1: 3.poschodie "starej" budovy



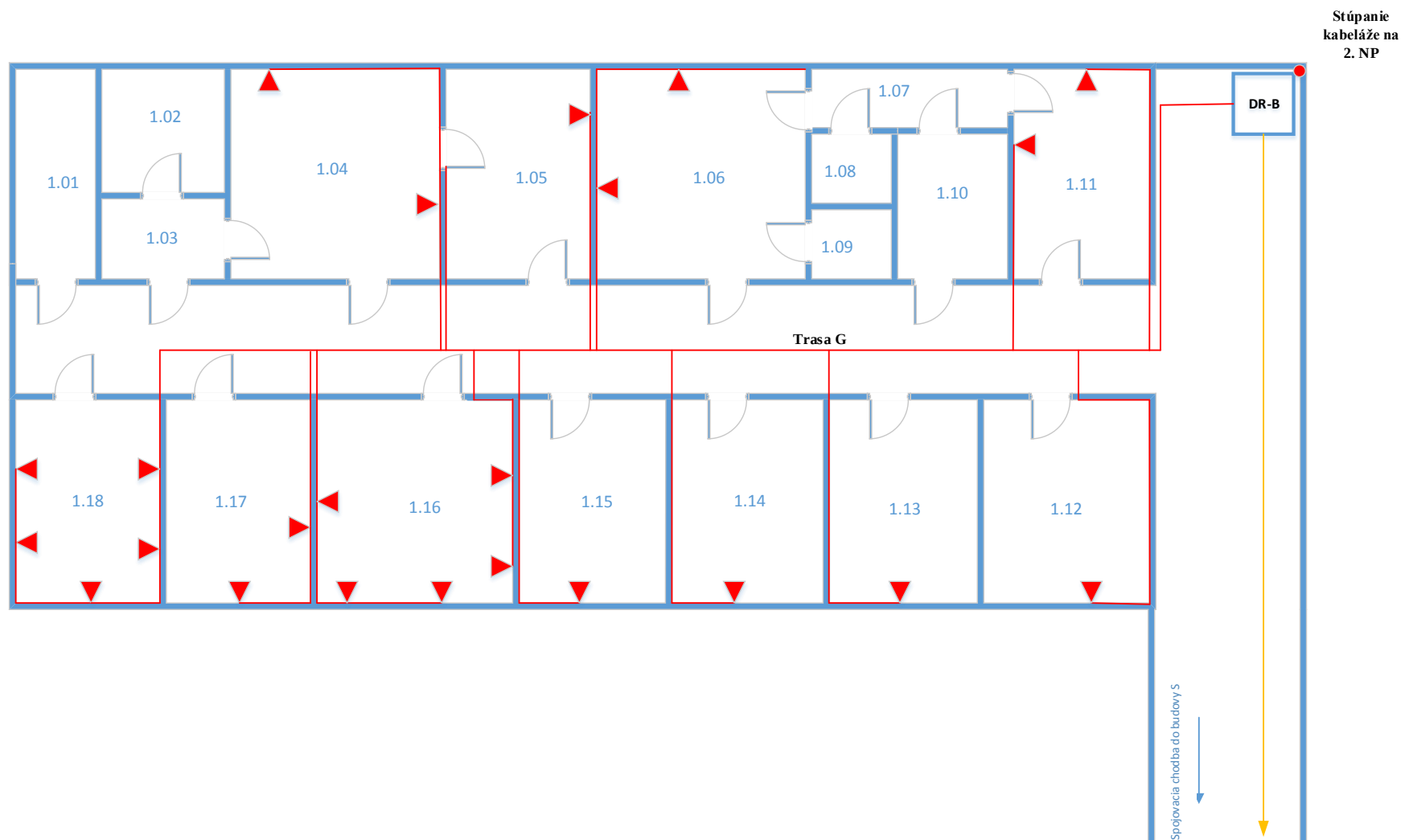
Nákres 2: 2.poschodie "starej" budovy



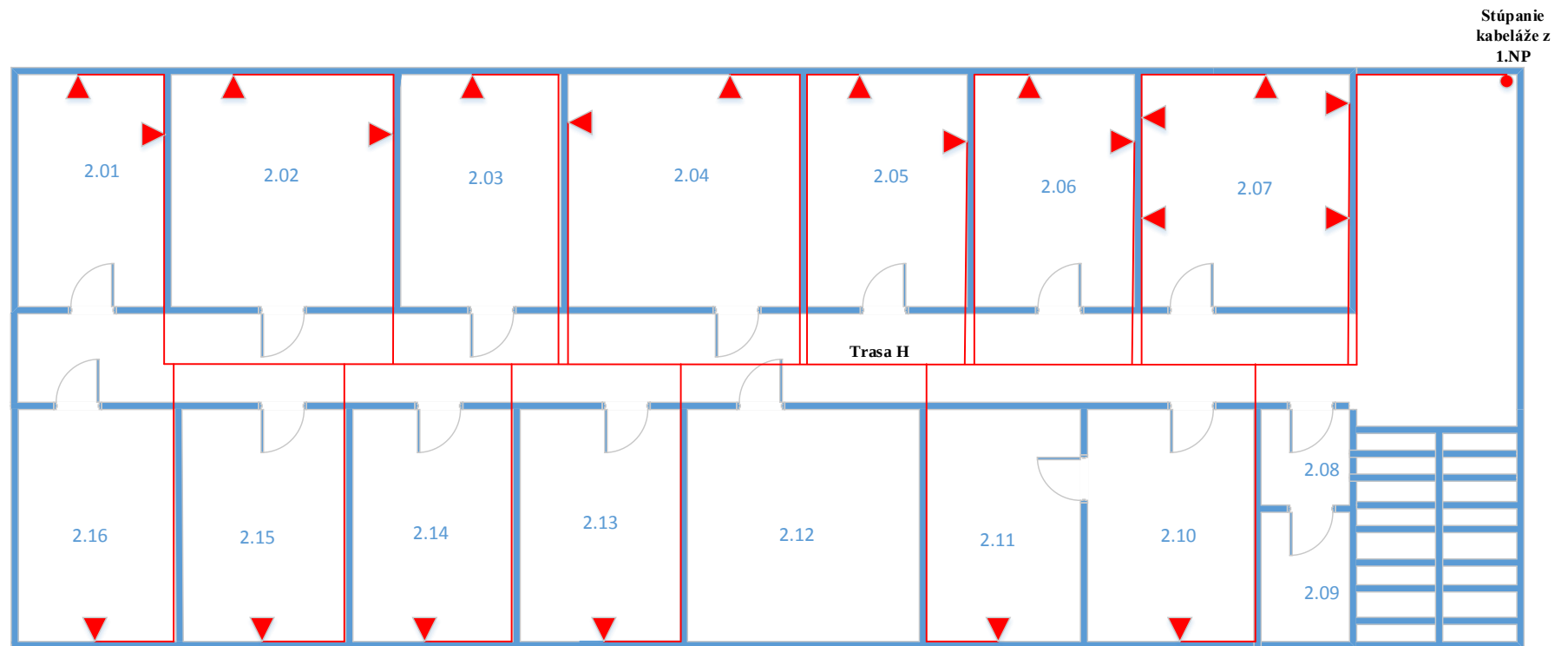
Nákres 3: 1.poschodie "starej" budovy



Nákres 4: 1.poschodie "novej" budovy



Nákres 5: 2.poschodie "novej" budovy



Príloha 1: Osadenie patch panelov

Patch panel PP1

PC	PC	PC	TL	TEL	TEL	R	R	PC	PC	TEL	R	R	R	PC	PC	TEL	R	R	R	PC	PC		
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PC	TL	TEL	R	R	R	PC	PC	TL	TEL	R	R	R	TL	TEL	R	R	R	PC	PC	PC	TL	TEL	R
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Patch panel PP2

R	R	PC	PC	PC	TL	TEL	R	R	R	PC	PC	PC	TL	TEL	R	R	R	PC	PC	PC	TL	TEL	R
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
R	R	PC	PC	PC	TL	TEL	R	R	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Patch panel PP3

TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	PC	PC	PC	PC	TL	TL	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PC	TL	TEL	R	AP																			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Patch panel PP4

PC	TL	TEL	R	PC	TEL	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL	PC	PC
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PC	PC	PC	TL	TL	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	PC	PC	PC	PC	TL	TL	TL	TEL	R		
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Patch panel PP5

PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TEL	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	PC
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PC	PC	PC	TL	TL	TL	TEL	R	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL				
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Patch panel PP6

PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PC	TL	TEL	R	PC	PC	PC	PC	PC	TL	TL	TL	TEL	R	PC	TL	TEL	R	PC	TEL	PC	TEL	PC	TEL
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

Patch panel PP7

R	R																						
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

OP-1

FO	FO	FO	FO	FO	FO																		
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A01	A02	B01	B02	C01	C02																		

Ide na

Príloha 2: Rozpočet

Káble, konektory a dátové zásuvky

Referenčný vzor	Popis	Množstvo	Jedn.	Jedn. cena bez DPH	Cena bez DPH	DPH	Cena s DPH
1700 ENH	Belden UTP cat. 5e, AWG 24,bezhalogénový plást'	7 030	m	11,20 Kč	78 736 Kč	16 534,56 Kč	95 270,56 Kč
GUMT204	Belden OPDS 4 vlákno	116	m	31,20 Kč	3 619,20 Kč	760,03 Kč	4 379, 23 Kč
FJJGM5CEI	Panduit Opti-jack FO konektor	12	ks	520 Kč	6 240 Kč	1 310,40 Kč	7 550,40 Kč
CJ588AWY	Panduit UTP cat.5 RJ-45 konektor	532	ks	110 Kč	53 200 Kč	11 172 Kč	64 372 Kč
ATA3W	Dátová zásuvka ABB Tango	133	ks	95 Kč	12 635 Kč	2 653,35 Kč	15 288,35 Kč
Celkom							186 860,54 Kč

Aktívne prvky

Referenčný vzor	Popis	Množstvo	Jedn.	Jedn. cena bez DPH	Cena bez DPH	DPH	Cena s DPH
GSM7228S	Netgear L3 switch 1Gbit, 24x RJ-45, 6xSFP	1	ks	31 037 Kč	31 037 Kč	6 517,77 Kč	37 554,77 Kč
GS748T	Netgear L2 switch 1 Gbit, 48x RJ-45	3	ks	8 242 Kč	24 726 Kč	5 192,46 Kč	29 918,46 Kč
GS724T	Netgear L2 switch 1 Gbit, 24x RJ-45	2	ks	3 482 Kč	6 964 Kč	1 462,44 Kč	8 426,44 Kč
DIR-859	D-Link WiFi Access point	1	ks	2 292 Kč	2 292 Kč	481,32 Kč	2 773,32 Kč

AGM731F	Netgear Modul SFP FO MM 1000BASE-SX	18	ks	1 891 Kč	34 038 Kč	7 147,98 Kč	41 185,98 Kč
APC Smart-UPS 1500VA LCD RM 1U	Záložný zdroj 1000 W pre hlavný rozvádzač	1	ks	18 047 Kč	18 047 Kč	3 789,87 Kč	21 836,87 Kč
UPS EA200LED	Záložný zdroj 450 W pre ostatné rozvádzače	2	ks	6 600 Kč	13 200 Kč	2 772 Kč	15 972 Kč
Celkom							157 487,84 Kč

Trasy kabeláže

Referenčný vzor	Popis	Množstvo	Jedn.	Jedn. cena bez DPH	Cena bez DPH	DPH	Cena s DPH
Kopos LH 60x40	PVC žľab LH 60x40	46	m	33 Kč	1 518 Kč	318,78 Kč	1 836,78 Kč
Kopos LH 100x60	PVC žľab LH 100x60	85	m	183 Kč	15 555 Kč	3 266,55 Kč	18 821,55 Kč
Kopos KZI 110x200	Kovový žľab 110x200	78	m	235 Kč	18 330 Kč	3 849,30 Kč	22 179,30 Kč
Kopos KZI 110x300	Kovový žľab 110x300	137	m	283 Kč	38 771 Kč	8 141,91 Kč	46 912,91 Kč
Celkom							89 750,54 Kč

Dátové rozvádzače a príslušenstvo

Referenčný vzor	Popis	Množstvo	Jedn.	Jedn. cena bez DPH	Cena bez DPH	DPH (21%)	Cena s DPH
KR110 66-42	Stojanový skriňový rozvádzač 42U	2	ks	10 500 Kč	21 000 Kč	2 205 Kč	25 410 Kč
RSX-32-XD8-CXX-A3	Rám Triton, dvojdielny, 32U	1	ks	4 379 Kč	4 379 Kč	919,59 Kč	5 298,59 Kč
CP24WSBL	Modulárny patch panel 24 portov/ 1U s vyvážovacou lištou	1	ks	1 135 Kč	1 135 Kč	238,35 Kč	1 373,35 Kč
CP24WBL	Modulárny patch panel 24portov/ 1U	4	ks	770 Kč	3 080 Kč	646,80 Kč	3 726, 80 Kč
CP48WSBL	Modulárny patch panel 48 portov/ 2U s vyvážovacou lištou	5	ks	1 871 Kč	9 355 Kč	1 964,55 Kč	11 319,55 Kč
VP25344KBL Y	Telefónny patch panel 25xRJ-45/ 1U	3	ks	2 886 Kč	8 658 Kč	1 818,18 Kč	10 476,18 Kč
KR 119 20-03T	Ventilátorová jednotka s termostatom	2	ks	2 750 Kč	5 500 Kč	1 155 Kč	6 655 Kč
KR 119 00-10	Osvetľovacia jednotka 19"	3	ks	1 363 Kč	4 089 Kč	858,69 Kč	4 947,69 Kč
WMPF1E	Organizér jednostranný 2U	9	ks	1 244 Kč	11 196 Kč	2 345,49 Kč	13 547,16 Kč
UTP28CH0,5M	UTP patch cord, cat. 5, dĺžka 0,5 m	122	ks	106 Kč	12 932 Kč	2 715,72 Kč	15 647,72 Kč
UTP28CH1M	UTP patch cord, cat. 5, dĺžka 1 m	22	ks	125 Kč	2 750 Kč	577,50 Kč	3 327,50 Kč
USN3456-0,5	Telefónny patch cord cat. 3 dĺžka 0,5 m	31	ks	25 Kč	775 Kč	162,75 Kč	937,75 Kč
USN3456-1	Telefónny patch cord cat. 3 dĺžka 1 m	7	ks	32 Kč	224 Kč	47,04 Kč	271,04 Kč
USN3456-2	Telefónny patch cord cat. 3 dĺžka 2 m	19	ks	38 Kč	722 Kč	151,62 Kč	873,62 Kč
LJSL9-Y3-2,5	Popisky patch panelov	7	ks	1,60 Kč	11,20 Kč	2,35 Kč	13,55 Kč
S050X150YAJ	Popisky káblov	532	ks	1,40 Kč	744,80 Kč	156,41 Kč	901,21 Kč
CMBBL-X	Záslepka čierna	31	ks	11,20 Kč	347,20 Kč	72,91 Kč	420,11 Kč

FJEPLC502MEI	FO MM Duplex Jumper FJ/2xLC 2m	6	ks	2 350Kč	14 100 Kč	2 961 Kč	17 061 Kč
FJEPLC501MEI	FO MM Duplex Jumper FJ/2xLC 1 m	12	ks	2 290Kč	27 480 Kč	5 770,80 Kč	33 250,80 Kč
FMT1	FO rozvádzač- vana 1U	4	ks	2 100 Kč	8 400 Kč	1 764 Kč	10 164 Kč
KR 900 20-62	Napájacia jednotka 6x230V s prepäťovou ochranou	3	ks	1 100 Kč	3 300 Kč	693 Kč	3 993 Kč
Celkom							163 667,80 Kč

Príloha 3: Osadenie dátových rozvádzačov

Dátový rozvádzač DR-A

U1	Osvetľovacia jednotka
U2	Route switch
U3	Telefónny patch panel (TP1)
U4 U5	Organizér
U6 U7	Patch panel (PP1)
U8 U9	Organizér
U10 U11	Patch panel (PP2)
U12 U13	Organizér
U14	Switch 1
U15	Switch 2
U16 U17	Organizér
U18 U19	Patch panel (PP3)
U20	Optická vana
U21	Optická vana
U22 U23	Napájacia jednotka
U24	
U25	
U26	Server
U27	Server
U28	Server
U29	Server
U30	Server
U31	Server
U32	UPS

Dátový rozvádzač DR-B

U1	Ventilátorová jednotka
U2	Osvetľovacia jednotka
U3	Telefónny patch panel (TP2)
U4 U5	Organizér
U6 U7	Patch panel (PP4)
U8 U9	Organizér
U10	Switch 3
U11	Switch 4
U12 U13	Organizér
U14 U15	Patch panel (PP5)
U16	Optická vana
U17 U18	Napájacia jednotka
U19- U41	Rezerva
U42	UPS

Dátový rozvádzač DR-C

U1	Ventilátorová jednotka
U2	Osvetľovacia jednotka
U3	Telefónny patch panel (TP3)
U4 U5	Organizér
U6 U7	Patch panel (PP6)
U8 U9	Organizér
U10	Switch 5
U11 U12	Organizér
U13	Patch panel (PP7)
U14	Optická vana
U15 U16	Napájacia jednotka
U17- U41	Rezerva
U42	UPS

Príloha 4: Káblové tabuľky

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
A	1	01	S	3.	3.01	1	A	A101	16,8
A	1	02	S	3.	3.01	1	B	A102	16,8
A	1	03	S	3.	3.01	2	A	A103	16,7
A	1	04	S	3.	3.01	2	B	A104	16,7
A	1	05	S	3.	3.01	3	A	A105	15,1
A	1	06	S	3.	3.01	3	B	A106	15,1
A	1	07	S	3.	3.01	4	A	A107	15,0
A	1	08	S	3.	3.01	4	B	A108	15,0
A	1	09	S	3.	3.02	5	A	A109	10,8
A	1	10	S	3.	3.02	5	B	A110	10,8
A	1	11	S	3.	3.02	6	A	A111	10,7
A	1	12	S	3.	3.02	6	B	A112	10,7
A	1	13	S	3.	3.02	7	A	A113	9,2
A	1	14	S	3.	3.02	7	B	A114	9,2
A	1	15	S	3.	3.12	8	A	A115	6,5
A	1	16	S	3.	3.12	8	B	A116	6,5
A	1	17	S	3.	3.12	9	A	A117	6,6
A	1	18	S	3.	3.12	9	B	A118	6,6
A	1	19	S	3.	3.12	10	A	A119	8,7
A	1	20	S	3.	3.12	10	B	A120	8,7
A	1	21	S	3.	3.12	11	A	A121	8,8
A	1	22	S	3.	3.12	11	B	A122	8,8
A	1	23	S	3.	3.13	12	A	A123	11,3
A	1	24	S	3.	3.13	12	B	A124	11,3
A	1	25	S	3.	3.13	13	A	A125	11,4
A	1	26	S	3.	3.13	13	B	A126	11,4
A	1	27	S	3.	3.13	14	A	A127	13,7
A	1	28	S	3.	3.13	14	B	A128	13,7
A	1	29	S	3.	3.13	15	A	A129	13,8
A	1	30	S	3.	3.13	15	B	A130	13,8
A	1	31	S	3.	3.14	16	A	A131	15,9
A	1	32	S	3.	3.14	16	B	A132	15,9
A	1	33	S	3.	3.14	17	A	A133	17,8
A	1	34	S	3.	3.14	17	B	A134	17,8
A	1	35	S	3.	3.14	18	A	A135	19,9
A	1	36	S	3.	3.14	18	B	A136	19,9
A	1	37	S	3.	3.15	19	A	A137	23,1
A	1	38	S	3.	3.15	19	B	A138	23,1
A	1	39	S	3.	3.15	20	A	A139	26,9
A	1	40	S	3.	3.15	20	B	A140	26,9
A	1	41	S	3.	3.15	21	A	A141	27,0
A	1	42	S	3.	3.15	21	B	A142	27,0
A	1	43	S	3.	3.16	22	A	A143	19,1
A	1	44	S	3.	3.16	22	B	A144	19,1
A	1	45	S	3.	3.16	23	A	A145	19,2
A	1	46	S	3.	3.16	23	B	A146	19,2
A	1	47	S	3.	3.16	24	A	A147	21,4
A	1	48	S	3.	3.16	24	B	A148	21,4

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
A	2	01	S	3.	3.16	25	A	A201	21,5
A	2	02	S	3.	3.16	25	B	A202	21,5
A	2	03	S	3.	3.17	26	A	A203	15,3
A	2	04	S	3.	3.17	26	B	A204	15,3
A	2	05	S	3.	3.17	27	A	A205	15,4
A	2	06	S	3.	3.17	27	B	A206	15,4
A	2	07	S	3.	3.17	28	A	A207	17,5
A	2	08	S	3.	3.17	28	B	A208	17,5
A	2	09	S	3.	3.17	29	A	A209	17,6
A	2	10	S	3.	3.17	29	B	A210	17,6
A	2	11	S	3.	3.18	30	A	A211	11,8
A	2	12	S	3.	3.18	30	B	A212	11,8
A	2	13	S	3.	3.18	31	A	A213	11,9
A	2	14	S	3.	3.18	31	B	A214	11,9
A	2	15	S	3.	3.18	32	A	A215	14,1
A	2	16	S	3.	3.18	32	B	A216	14,1
A	2	17	S	3.	3.18	33	A	A217	14,2
A	2	18	S	3.	3.18	33	B	A218	14,2
A	2	19	S	3.	3.20	34	A	A219	14,9
A	2	20	S	3.	3.20	34	B	A220	14,9
A	2	21	S	3.	3.20	35	A	A221	15,0
A	2	22	S	3.	3.20	35	B	A222	15,0
A	2	23	S	3.	3.20	36	A	A223	17,4
A	2	24	S	3.	3.20	36	B	A224	17,4
A	2	25	S	3.	3.20	37	A	A225	17,5
A	2	26	S	3.	3.20	37	B	A226	17,5
A	2	27	S	3.	3.22	38	A	A227	22,7
A	2	28	S	3.	3.22	38	B	A228	22,7
A	2	29	S	3.	3.22	39	A	A229	22,8
A	2	30	S	3.	3.22	39	B	A230	22,8
A	2	31	S	3.	3.22	40	A	A231	24,3
A	2	32	S	3.	3.22	40	B	A232	24,3
A	2	33	S	3.	3.22	41	A	A233	24,4
A	2	34	S	3.	3.22	41	B	A234	24,4
A	2	35	S	2.	2.01	1	A	A235	34,4
A	2	36	S	2.	2.01	1	B	A236	34,4
A	2	37	S	2.	2.01	2	A	A237	33,7
A	2	38	S	2.	2.01	2	B	A238	33,7
A	2	39	S	2.	2.04	3	A	A239	21,9
A	2	40	S	2.	2.04	3	B	A240	21,9
A	2	41	S	2.	2.04	4	A	A241	21,8
A	2	42	S	2.	2.04	4	B	A242	21,8
A	2	43	S	2.	2.07	5	A	A243	16,1
A	2	44	S	2.	2.07	5	B	A244	16,1
A	2	45	S	2.	2.07	6	A	A245	22,7
A	2	46	S	2.	2.07	6	B	A246	22,7
A	2	47	S	2.	2.08	7	A	A247	16,2
A	2	48	S	2.	2.08	7	B	A248	16,2

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
A	3	01	S	2.	2.08	8	A	A301	21,7
A	3	02	S	2.	2.08	8	B	A302	21,7
A	3	03	S	2.	2.09	9	A	A303	21,4
A	3	04	S	2.	2.09	9	B	A304	21,4
A	3	05	S	2.	2.09	10	A	A305	24,3
A	3	06	S	2.	2.09	10	B	A306	24,3
A	3	07	S	2.	2.11	11	A	A307	19,1
A	3	08	S	2.	2.11	11	B	A308	19,1
A	3	09	S	2.	2.11	12	A	A309	19,5
A	3	10	S	2.	2.11	12	B	A310	19,5
A	3	11	S	2.	2.11	13	A	A311	23,7
A	3	12	S	2.	2.11	13	B	A312	23,7
A	3	13	S	2.	2.11	14	A	A313	24,6
A	3	14	S	2.	2.11	14	B	A314	24,6
A	3	15	S	2.	2.11	15	A	A315	27,6
A	3	16	S	2.	2.11	15	B	A316	27,6
A	3	17	S	2.	2.12	16	A	A317	13,7
A	3	18	S	2.	2.12	16	B	A318	13,7
A	3	19	S	2.	2.12	17	A	A319	27,8
A	3	20	S	2.	2.12	17	B	A320	27,8
A	3	21	S	2.	2.13	18	A	A321	17,8
A	3	22	S	2.	2.13	18	B	A322	17,8
A	3	23	S	2.	2.13	19	A	A323	17,5
A	3	24	S	2.	2.13	19	B	A324	17,5
A	3	25	S	2.	2.14	20	A	A325	19,5
A	3	26	S	2.	2.14	20	B	A326	19,5
A	3	27	S	2.	2.14	21	A	A327	23,6
A	3	28	S	2.	2.14	21	B	A328	23,6
	3	29							
	3	30							
	3	31							
	3	32							
	3	33							
	3	34							
	3	35							
	3	36							
	3	37							
	3	38							
	3	39							
	3	40							
	3	41							
	3	42							
	3	43							
	3	44							
	3	45							
	3	46							
	3	47							
	3	48							

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
B	4	01	N	1.	1.04	1	A	B401	41,8
B	4	02	N	1.	1.04	1	B	B402	41,8
B	4	03	N	1.	1.04	2	A	B403	34,1
B	4	04	N	1.	1.04	2	B	B404	34,1
B	4	05	N	1.	1.05	3	A	B405	26,8
B	4	06	N	1.	1.05	3	B	B406	26,8
B	4	07	N	1.	1.06	4	A	B407	24,2
B	4	08	N	1.	1.06	4	B	B408	24,2
B	4	09	N	1.	1.06	5	A	B409	29,1
B	4	10	N	1.	1.06	5	B	B410	29,1
B	4	11	N	1.	1.11	6	A	B411	15,3
B	4	12	N	1.	1.11	6	B	B412	15,3
B	4	13	N	1.	1.11	7	A	B413	14,9
B	4	14	N	1.	1.11	7	B	B414	14,9
B	4	15	N	1.	1.12	8	A	B415	18,2
B	4	16	N	1.	1.12	8	B	B416	18,2
B	4	17	N	1.	1.13	9	A	B417	23,7
B	4	18	N	1.	1.13	9	B	B418	23,7
B	4	19	N	1.	1.14	10	A	B419	27,2
B	4	20	N	1.	1.14	10	B	B420	27,2
B	4	21	N	1.	1.15	11	A	B421	30,7
B	4	22	N	1.	1.15	11	B	B422	30,7
B	4	23	N	1.	1.16	12	A	B423	31,1
B	4	24	N	1.	1.16	12	B	B424	31,1
B	4	25	N	1.	1.16	13	A	B425	34,3
B	4	26	N	1.	1.16	13	B	B426	34,3
B	4	27	N	1.	1.16	14	A	B427	35,8
B	4	28	N	1.	1.16	14	B	B428	35,8
B	4	29	N	1.	1.16	15	A	B429	27,8
B	4	30	N	1.	1.16	15	B	B430	27,8
B	4	31	N	1.	1.16	16	A	B431	29,4
B	4	32	N	1.	1.16	16	B	B432	29,4
B	4	33	N	1.	1.17	17	A	B433	27,6
B	4	34	N	1.	1.17	17	B	B434	27,6
B	4	35	N	1.	1.17	18	A	B435	30,5
B	4	36	N	1.	1.17	18	B	B436	30,5
B	4	37	N	1.	1.18	19	A	B437	39,7
B	4	38	N	1.	1.18	19	B	B438	39,7
B	4	39	N	1.	1.18	20	A	B439	38,3
B	4	40	N	1.	1.18	20	B	B440	38,3
B	4	41	N	1.	1.18	21	A	B441	35,1
B	4	42	N	1.	1.18	21	B	B442	35,1
B	4	43	N	1.	1.18	22	A	B443	30,8
B	4	44	N	1.	1.18	22	B	B444	30,8
B	4	45	N	1.	1.18	23	A	B445	32,2
B	4	46	N	1.	1.18	23	B	B446	32,2
	4	47							
	4	48							

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
B	5	01	N	2.	2.01	1	A	B501	46,1
B	5	02	N	2.	2.01	1	B	B502	46,1
B	5	03	N	2.	2.01	2	A	B503	43,4
B	5	04	N	2.	2.01	2	B	B504	43,4
B	5	05	N	2.	2.02	3	A	B505	41,5
B	5	06	N	2.	2.02	3	B	B506	41,5
B	5	07	N	2.	2.02	4	A	B507	38,2
B	5	08	N	2.	2.02	4	B	B508	38,2
B	5	09	N	2.	2.03	5	A	B509	37,3
B	5	10	N	2.	2.03	5	B	B510	37,3
B	5	11	N	2.	2.04	6	A	B511	34,5
B	5	12	N	2.	2.04	6	B	B512	34,5
B	5	13	N	2.	2.04	7	A	B513	32,6
B	5	14	N	2.	2.04	7	B	B514	32,6
B	5	15	N	2.	2.05	8	A	B515	32,3
B	5	16	N	2.	2.05	8	B	B516	32,3
B	5	17	N	2.	2.05	9	A	B517	26,1
B	5	18	N	2.	2.05	9	B	B518	26,1
B	5	19	N	2.	2.06	10	A	B519	28,4
B	5	20	N	2.	2.06	10	B	B520	28,4
B	5	21	N	2.	2.06	11	A	B521	21,8
B	5	22	N	2.	2.06	11	B	B522	21,8
B	5	23	N	2.	2.07	12	A	B523	20,5
B	5	24	N	2.	2.07	12	B	B524	20,5
B	5	25	N	2.	2.07	13	A	B525	21,7
B	5	26	N	2.	2.07	13	B	B526	21,7
B	5	27	N	2.	2.07	14	A	B527	24,1
B	5	28	N	2.	2.07	14	B	B528	24,1
B	5	29	N	2.	2.07	15	A	B529	17,9
B	5	30	N	2.	2.07	15	B	B530	17,9
B	5	31	N	2.	2.07	16	A	B531	15,7
B	5	32	N	2.	2.07	16	B	B532	15,7
B	5	33	N	2.	2.10	17	A	B533	16,3
B	5	34	N	2.	2.10	17	B	B534	16,3
B	5	35	N	2.	2.11	18	A	B535	19,5
B	5	36	N	2.	2.11	18	B	B536	19,5
B	5	37	N	2.	2.13	19	A	B537	25,7
B	5	38	N	2.	2.13	19	B	B538	25,7
B	5	39	N	2.	2.14	20	A	B539	29,5
B	5	40	N	2.	2.14	20	B	B540	29,5
B	5	41	N	2.	2.15	21	A	B541	33,5
B	5	42	N	2.	2.15	21	B	B542	33,5
B	5	43	N	2.	2.16	22	A	B543	37,7
B	5	44	N	2.	2.16	22	B	B544	37,7
	5	45							
	5	46							
	5	47							
	5	48							

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
C	6	01	S	1.	1.01	1	A	A601	10,9
C	6	02	S	1.	1.01	1	B	A602	10,9
C	6	03	S	1.	1.01	2	A	A603	12,0
C	6	04	S	1.	1.01	2	B	A604	12,0
C	6	05	S	1.	1.02	3	A	A605	14,2
C	6	06	S	1.	1.02	3	B	A606	14,2
C	6	07	S	1.	1.02	4	A	A607	16,9
C	6	08	S	1.	1.02	4	B	A608	16,9
C	6	09	S	1.	1.03	5	A	A609	35,6
C	6	10	S	1.	1.03	5	B	A610	35,6
C	6	11	S	1.	1.03	6	A	A611	29,0
C	6	12	S	1.	1.03	6	B	A612	29,0
C	6	13	S	1.	1.04	7	A	A613	30,1
C	6	14	S	1.	1.04	7	B	A614	30,1
C	6	15	S	1.	1.04	8	A	A615	33,6
C	6	16	S	1.	1.04	8	B	A616	33,6
C	6	17	S	1.	1.06	9	A	A617	40,4
C	6	18	S	1.	1.06	9	B	A618	40,4
C	6	19	S	1.	1.06	10	A	A619	43,3
C	6	20	S	1.	1.06	10	B	A620	43,3
C	6	21	S	1.	1.08	11	A	A621	31,3
C	6	22	S	1.	1.08	11	B	A622	31,3
C	6	23	S	1.	1.08	12	A	A623	35,4
C	6	24	S	1.	1.08	12	B	A624	35,4
C	6	25	S	1.	1.09	13	A	A625	27,4
C	6	26	S	1.	1.09	13	B	A626	27,4
C	6	27	S	1.	1.09	14	A	A627	32,9
C	6	28	S	1.	1.09	14	B	A628	32,9
C	6	29	S	1.	1.10	15	A	A629	21,2
C	6	30	S	1.	1.10	15	B	A630	21,2
C	6	31	S	1.	1.10	16	A	A631	22,3
C	6	32	S	1.	1.10	16	B	A632	22,3
C	6	33	S	1.	1.10	17	A	A633	24,2
C	6	34	S	1.	1.10	17	B	A634	24,2
C	6	35	S	1.	1.10	18	A	A635	25,7
C	6	36	S	1.	1.10	18	B	A636	25,7
C	6	37	S	1.	1.10	19	A	A637	27,2
C	6	38	S	1.	1.10	19	B	A638	27,2
C	6	39	S	1.	1.11	20	A	A639	18,4
C	6	40	S	1.	1.11	20	B	A640	18,4
C	6	41	S	1.	1.11	21	A	A641	22,3
C	6	42	S	1.	1.11	21	B	A642	22,3
C	6	43	S	1.	1.12	22	A	A643	17,3
C	6	44	S	1.	1.12	22	B	A644	17,3
C	6	45	S	1.	1.15	23	A	A645	12,8
C	6	46	S	1.	1.15	23	B	A646	12,8
C	6	47	S	1.	1.16	24	A	A647	8,3
C	6	48	S	1.	1.16	24	B	A648	8,3

Rozvádzač	Patch panel		Zásuvka					Kábel	
Ozn.	Číslo	Port	Budova	Posch.	Miestnosť	Číslo	Port	Ozn.	Dĺžka
C	7	01	S	1.	1.16	25	A	C701	8,5
C	7	02	S	1.	1.16	25	B	C702	8,5
	7	03							
	7	04							
	7	05							
	7	06							
	7	07							
	7	08							
	7	09							
	7	10							
	7	11							
	7	12							
	7	13							
	7	14							
	7	15							
	7	16							
	7	17							
	7	18							
	7	19							
	7	20							
	7	21							
	7	22							
	7	23							
	7	24							

Chrbticová sekcia

Rozvádzač	Patch panel	Port	Ferule	Rozvádzač	Patch panel	Port	Ferule
DR-A	OP1	OP-1.1	1	DR-A	OP-2	OP-2.1	2
DR-A	OP1	OP-1.1	2	DR-A	OP-2	OP-2.1	1
DR-A	OP1	OP-1.2	1	DR-A	OP-2	OP-2.2	2
DR-A	OP1	OP-1.2	2	DR-A	OP-2	OP-2.2	1
DR-A	OP1	OP-1.3	1	DR-B	OP-3	OP-3.1	2
DR-A	OP1	OP-1.3	2	DR-B	OP-3	OP-3.1	1
DR-A	OP1	OP-1.4	1	DR-B	OP-3	OP-3.2	2
DR-A	OP1	OP-1.4	2	DR-B	OP-3	OP-3.2	1
DR-A	OP1	OP-1.5	1	DR-C	OP-4	OP-4.1	2
DR-A	OP1	OP-1.5	2	DR-C	OP-4	OP-4.1	1
DR-A	OP1	OP-1.6	1	DR-C	OP-4	OP-4.2	2
DR-A	OP1	OP-1.6	2	DR-C	OP-4	OP-4.2	1