



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ SPOLEČNOSTI

COMPANY COMPUTER NETWORK DESIGN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Ambroz

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Vojtěch Ambroz
Studijní program:	Systemové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Manažerská informatika
Vedoucí práce:	Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21

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

Návrh počítačové sítě společnosti

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Analýza současného stavu
Teoretická východiska práce
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout počítačovou síť.

Základní literární prameny:

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

DORDAL, P. L. An Introduction to Computer Networks - Second Edition. 2. vyd. Loyola University of Chicago: Department of Computer Science, 2020.

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

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy. 2. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

TANENBAUM A. S. a D. J. WETHERALL. Computer Networks. 5. vyd. Boston: Prentice Hall, 2011.
ISBN: 978-0-13-212695-3.

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce navrhuje počítačovou síť pro pobočku nově vznikající tuzemské firmy zabývající se informační bezpečností. První část práce analyzuje aktuální stav počítačové sítě, budovy, požadavky na hardware a software a v neposlední řadě i požadavky investora. Další část práce obsahuje obecné základní informace o počítačových sítích potřebné k vytvoření vlastního návrhu. Ten je pak následně vypracován ve třetí části práce. Ta obsahuje konkrétní řešení kabeláže, všech zvolených zařízení, ale také ekonomické zhodnocení celého návrhu.

Abstract

This bachelor's thesis proposes a computer network for a branch of a newly emerging local company dealing with information security. The first part of the work analyzes the current state of the computer network, building, hardware and software requirements and, last but not least, the requirements of the investor. The next part of the work contains general basic information about computer networks needed for designing the concept. This is then elaborated in the third part of the work. It contains specific cabling solutions, all selected devices, but also an economic evaluation of the entire concept.

Klíčová slova

Počítačová síť, topologie, kategorie, třída, optické kabely, metalické kabely, aktivní prvky, TCP/IP, RJ45

Key words

Computer network, topology, class, optical fiber cables, copper cables, active components, TCP/IP, RJ45

Bibliografická citace

AMBROZ, Vojtěch. *Návrh počítačové sítě společnosti*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132937>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 15. května 2021

.....

podpis studenta

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. a oponentu práce Ing. Jakubu Gerichovi za připomínky, rady, nápady i tipy na vylepšení mé bakalářské práce a za čas, který věnovali mně a mojí práci a pomohli tak k jejímu vytvoření.

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Cíl práce	13
3. Analýza současného stavu.....	14
3.1 Představení společnosti.....	14
3.2 Informace o budově	14
3.2.1 Umístění budovy	14
3.2.2 Provoz budovy	15
3.2.3 Popis jednotlivých částí budovy	15
3.3 Analýza hardware	18
3.4 Analýza software	19
3.5 Požadavky investora	19
3.6 Shrnutí	19
4. Teoretická východiska.....	20
4.1 Popis počítačové sítě	20
4.1.1 Rozdělení sítí podle rozsahu	20
4.1.2 Rozdělení sítí podle topologie	20
4.2 Referenční model ISO/OSI.....	22
4.2.1 Popis jednotlivých vrstev modelu ISO/OSI.....	22
4.3 Architektura TCP/IP	23
4.3.1 Popis jednotlivých vrstev	24
4.4 Architektura Ethernet	24
4.4.1 Základní dělení Ethernetu	24
4.5 Kabelážní systém.....	26
4.5.1 Normy kabelážních systémů	26
4.5.2 Základní pojmy kabelážních systémů	26

4.5.3 Sekce kabelážních systémů.....	28
4.6 Přenosová prostředí	29
4.6.1 Metalická kabeláž	29
4.6.2 Optická kabeláž.....	30
4.6.3 Bezdrátové připojení.....	31
4.7 Spojovací prvky kabeláže	32
4.7.1 Konektory	32
4.7.2 Přepojovací panely	33
4.7.3 Datové zásuvky	34
4.8 Prvky pro organizaci kabeláže.....	34
4.8.1 Datové rozvaděče.....	34
4.8.2 Organizéry.....	35
4.9 Zónová kabeláž.....	35
4.10 Prvky pro vedení kabelážních tras.....	36
4.11 Prvky značení kabeláže	38
4.12 Aktivní prvky.....	38
4.12.1 Opakovač	38
4.12.2 Rozbočovač.....	38
4.12.3 Přepínač.....	38
4.12.4 Směrovač.....	38
4.12.5 Server	39
5. Návrh řešení	40
5.1 Návrh technologií přenosu a Topologie sítě.....	40
5.2 Návrh počtu a umístění přípojných míst.....	40
5.3 Návrh použitých komponentů	41
5.3.1 Kabely horizontální sekce.....	41
5.3.2 Kabely pracovní sekce	41

5.4 Prvky vedení kabeláže	42
5.5 Spojovací prvky	43
5.5.1 Konektory	43
5.5.2 Datové zásuvky	44
5.5.3 Patch panely	45
5.5.4 Podlahové boxy.....	45
5.6 Prvky organizace kabeláže	46
5.6.1 Datový rozvaděč	46
5.6.2 Organizéry.....	49
5.7 Návrh značení	50
5.7.1 Značení datového rozvaděče	50
5.7.2 Značení patch panelů	50
5.7.3 Značení zásuvek a jejich portů.....	50
5.7.4 Značení kabelových svazků	51
5.7.5 Značení kabelů	51
5.8 Návrh kabelových tras	51
5.9 Ekonomické zhodnocení.....	53
5.9.1 Náklady na materiál kabeláže	53
5.9.2 Náklady na materiál přípojných míst.....	53
5.9.3 Náklady na materiál datových rozvaděčů	54
5.9.4 Náklady na materiál kabelových tras	54
5.9.5 Náklady na instalaci a měření	55
5.9.6 Celkové náklady.....	55
6. Závěr.....	56
Seznam zdrojů	57
Seznam tabulek	59
Seznam obrázků	60

Seznam zkratek	62
Seznam příloh.....	64

1. Úvod

V dnešní době zažívá využívání IT zařízení velký rozmach. Každá větší firma se dnes bez použití IT neobejde. S tím však roste i nebezpečí ve formě kybernetických útoků. Spousta firem má na svých sítích uložena citlivá data, ke kterým se chtějí útočníci dostat, proto je nezbytné dbát na zvýšení pozornost z hlediska IT bezpečnost.

Informovanost o potenciálních útocích je pro velké firmy nesmírně důležitá. Ne každá si však dokáže tyto informace získávat sama, proto využívají pomoc specializovaných firem zabývajících se touto problematikou. Takovéto firmy pak potřebují co nejspolehlivější a nejkvalitnější síť, aby mohli se zákazníky nejen sdílet požadované analýzy hrozeb, ale také s nimi i komunikovat.

Z těchto důvodů jsem se rozhodl navrhnout ve své práci počítačovou síť pro malou firmu, které má základ v reálné firmě, zabývajících se právě touto tematikou. Firma přes svůj portál nabízí nepřetržitý přístup k potřebným informacím o hrozbách, proto je pro ně důležité mít spolehlivou počítačovou síť.

2. Cíl práce

Cílem této práce je navrhnout spolehlivou a kvalitní komunikační infrastrukturu, pro nově vzniklou firmu zabývající se IT bezpečností. V této práci musí být splněny veškeré požadavky, které zadal investor, aby byl spokojen s následnou realizací. Mimo to, je zapotřebí dodržet všechny normy a předpisy týkající se návrhu a realizace počítačových sítí. Jelikož se jedná o začínající firmu, je důležité, aby síť byla připravena k možnému rozšíření v budoucnu a na případnou implementaci nových technologií.

Jako objekt pro firmu jsem si vybral působiště firmy, pracující ve stejném odvětví, ve které jsem nějakou dobu pracoval. Zním tedy samotnou strukturu budovy a mám i potřebné kontakty k tomu, abych získal všechny potřebné informace, které jsou k návrhu počítačové sítě pro tuto firmu zapotřebí.

3. Analýza současného stavu

V této části práce shrnu základní informace o instituci, popíšu budovu, současný stav a požadavky investora.

3.1 Představení společnosti

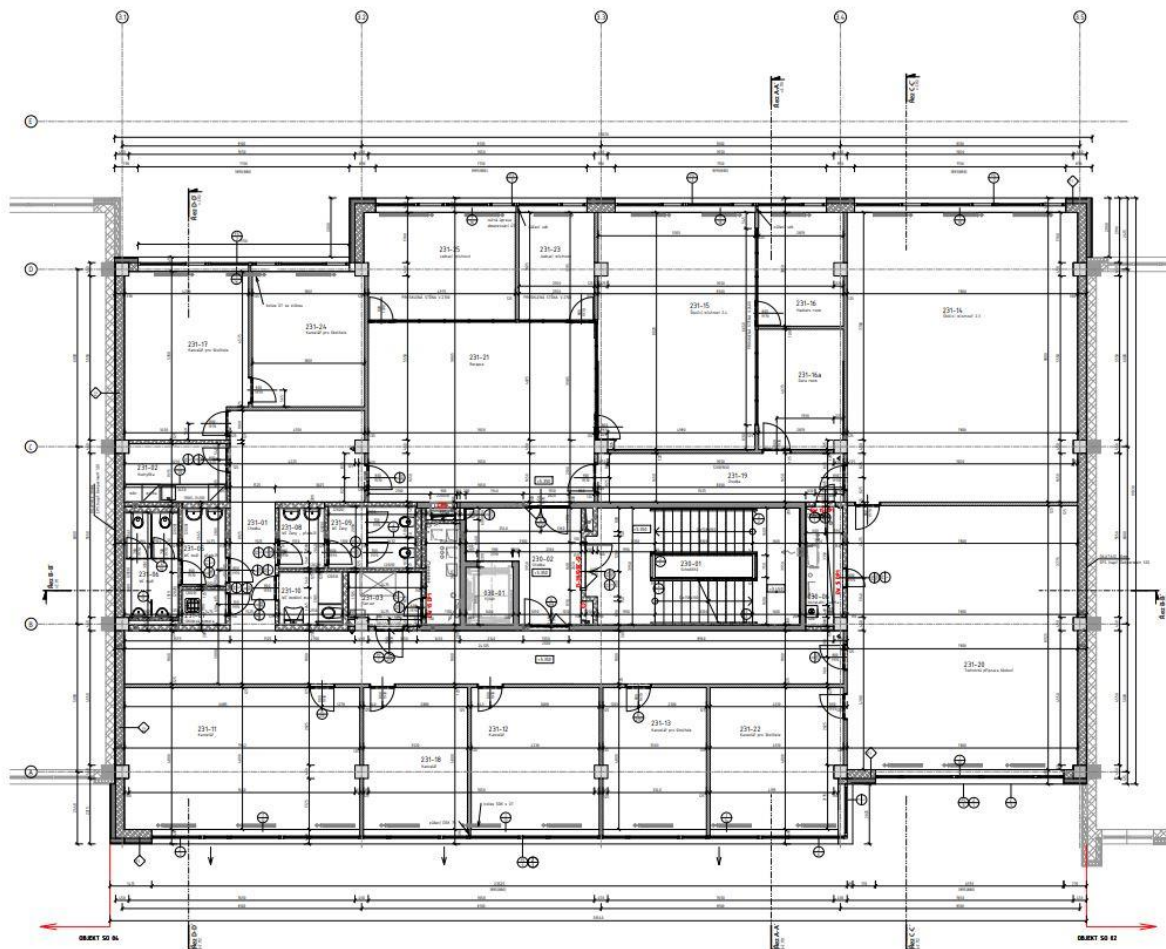
Nově založená společnost se bude specializovat na oblast IT bezpečnosti. Společnost má v plánu své produkty a služby nabízet jiným společnostem, tudíž bude fungovat na způsob Business to Business (B2B).

3.2 Informace o budově

V této části uvedu všechny konkrétní informace o budově, ze kterých pak budu vycházet v dalších kapitolách a podkapitolách. Rozeberu zde budovu jako celek, její umístění, popíšu patro, které bude společnost využívat a využití jednotlivých částí budovy.

3.2.1 Umístění budovy

Budova se nachází v Brněnských Žabovřeskách na ulici Sochorova. Jedná se o třípatrovou stavbu ze dvou stran obestavenou dalšími budovami. První až třetí patro mají stejné rozestavení místností. Pod přízemím se nachází podzemní garáže přístupné jak zevnitř budovy, tak i zvenčí. Společnost se bude nacházet pouze na jednom poschodí, konkrétně na druhém. Budova se nachází pět minut chůze od zastávky Stránského, ze které je to dvacet minut tramvají na hlavní nádraží ve středu města Brna. Osobním automobilem tato cesta trvá jedenáct minut.



Obrázek 1 Půdorys patra

3.2.2 Provoz budovy

V této budově se bude nacházet hlavní sídlo společnosti spolu se všemi odděleními, které pro svůj provoz potřebuje. Pro samotné služby se bude využívat technické oddělení a testovací serverovna, pro obchodní stránku společnosti bude sloužit obchodní oddělení. Kanceláře slouží pro administrativní účely. Pro případné konzultace jsou určeny zasedací místnosti, využít lze i konferenční místnost. Školící místnost slouží pro školící a prezentační účely.

3.2.3 Popis jednotlivých částí budovy

Patro, ve kterém bude společnost sídlit má celkem třicet místností. Všude se nachází zdvojené podlahy (desky 600x600 mm s tloušťkou 38 mm z vysoce ztuhlé dřevotřísky s hranou z neskřípavého materiálu). Zdvojené jsou i stropy. Jednotlivé místnosti převážně rozdělují sádkartonové příčky, jsou zde však i pórobetonové tvárnice ytong (spíše ve středu budovy). V samotném středu budovy je použit monolitický železobeton, základní obvodové zdi tvoří převážně porotherm (cihly).

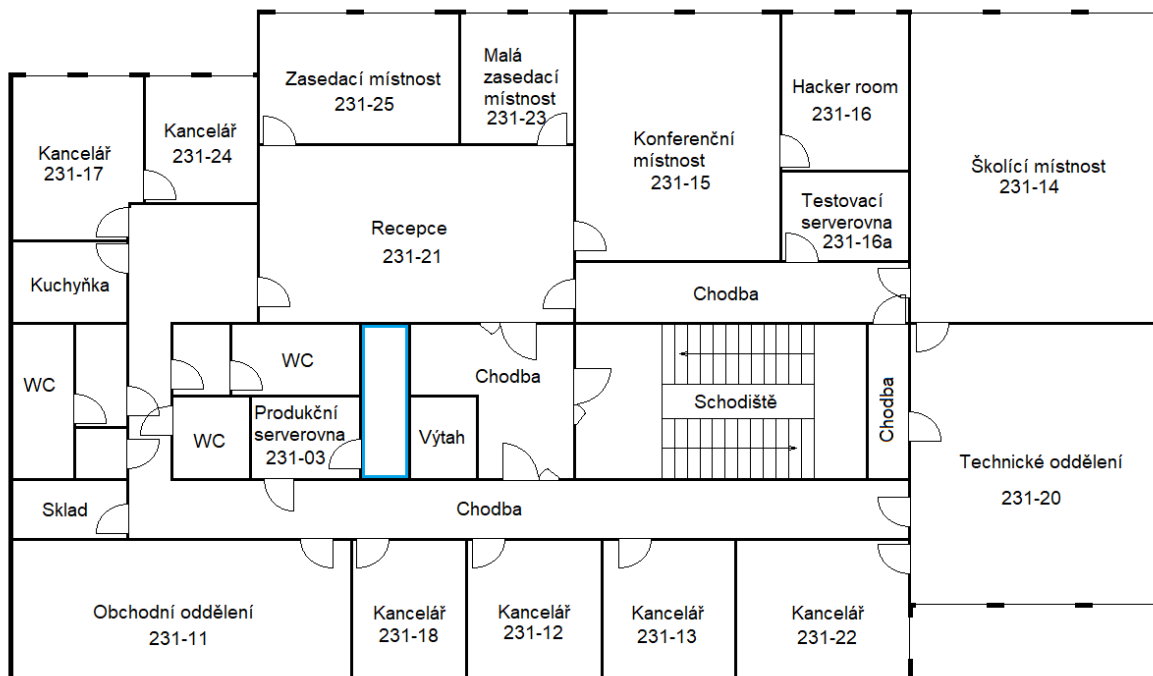
Seznam místností:

- Technické oddělení (231-20)
 - 69,5 m
 - 7 osob
 - Doporučené maximum je 13 osob
- Obchodní oddělení (231-11)
 - 38,1 m
 - 7 osob
 - Doporučené maximum je 7 osob
- Školící místnost (231-14)
 - 76,3 m
 - 33 osob
- Konferenční místnost (231-15)
 - 42,3 m
 - 12 osob
- Recepce (231-21)
 - 46,9 m
 - 1 osoba
 - Zde je přístup k rozvaděči.
- Kancelář (231-22)
 - 21,2 m
 - 2 osoby
 - Doporučené maximum jsou 4 osoby
- Kancelář (231-13)
 - 16,7 m
 - 2 osoby
 - Doporučené maximum jsou 3 osoby
- Kancelář (231-12)
 - 20,7 m
 - 3 osoby
 - Doporučené maximum jsou 4 osoby
- Kancelář (231-18)
 - 16,8 m

- 2 osoby
- Doporučené maximum jsou 3 osoby
- Kancelář (231-17)
 - 23,1 m
 - 2 osoby
 - Doporučené maximum jsou 4 osoby
- Kancelář (231-24)
 - 17,3 m
 - 2 osoby
 - Doporučené maximum jsou 3 osoby
- Pánské i dámské toalety
- Kuchyňka
- Zasedací místnost (231-25)
 - 18,5 m
 - Max. 8 lidí
- Malá zasedací místnost (231-23)
 - 9,4 m
 - Max. 2 osoby
- Sklad
- Hacker room (231-16)
 - 10,9 m
 - Max 4 osoby
- Testovací serverovna (231-16a)
 - 11,6 m
 - 3 racky (stojanové skříňové)
- Produkční serverovna (231-03)
 - 4,3 m
 - 1 rack (stojanový skříňový)
- Čtyři chodby
- Schodiště

Místnost vyznačená modře je šachta pro přívod internetu, ten je do zbytku budovy veden podél stěny vedle výtahu. V technickém oddělení, obchodním oddělení, zasedací

místnosti, konferenční místnosti a na recepci budou použity podlahové boxy pro dvojité podlahy, ve zbylých místnostech pouze datové zásuvky na zdech.



Obrázek 2 Popis místností v patře

3.3 Analýza hardware

Hardware společnosti se bude skládat především z počítačových stanic, tiskáren, serverů, přepínačů, směrovače, firewallů, telefonů pevné linky, televize, kamery a přípojných bodů pro Wi-Fi. Počítačové stanice se budou nacházet v technickém a obchodním oddělení, kancelářích, školících místnosti, konferenční místnosti a na recepci. Tiskárny se mají nacházet na chodbě, televize s kamerou v konferenční místnosti a síťová zařízení (směrovače, servery atd.) v serverovnách. V produkční serverovně bude pouze jeden rack, obsahující všechny potřebné síťové prvky pro chod firmy. Na serverech v tomto racku bude využita virtualizace pro snížení nákladů na hardware. V testovací serverovně, která má mít vlastní přístup k internetu, se mají nacházet celkem tři racky, které budou obsahovat všechny zařízení, které využívá samotná firma i jejich zákazníci. Na těchto zařízeních se budou testovat různé softwarové aktualizace před jejich implementací do produkční sítě či k zákazníkovi.

3.4 Analýza software

Společnost bude využívat vlastní serverovou aplikaci pro evidenci hrozeb. Do této evidence zaměstnanci z technického oddělení budou přidávat pravidelně aktuální hrozby, které budou pro jejich partnery adekvátní. Společnost má v plánu využívat virtualizaci kvůli velkému množství serverů. Dále budou zaměstnanci používat programy pro vedení účetnictví a programy Microsoft Office. V testovací síti bude využíván stejný software jako je v produkční síti a u partnerů.

3.5 Požadavky investora

Cílem práce je vytvořit návrh sítě pro společnost zabývající se bezpečností IT. Síť by měla obsahovat dvě oddělená prostředí – produkční a testovací. Ta musí být fyzicky oddělená. Produkční část musí obsahovat všechny potřebné prvky pro fungování malé firmy (cca 40 zaměstnanců).

Testovací část musí mít vlastní přístup k internetu.

3.6 Shrnutí

V této analýze jsou shrnuty veškeré základní informace o společnosti, popis budovy a využití místností v patře a požadavky na hardware a software. Investor neklade příliš složité požadavky.

4. Teoretická východiska

Pro návrh počítačové sítě je nutné znát základní pojmy počítačových sítí. V následující kapitole proto jsou stručně popsány jednotlivé základy počítačových sítí. Od způsobů zapojení přes topologie až k samotným prvkům a kabeláži. Pro lepší představu jsou některé pojmy doplněny obrázky.

4.1 Popis počítačové sítě

Jako počítačová síť je chápán souhrn hardwarových a softwarových prvků, které nám zprostředkovávají vzájemnou komunikaci mezi počítači. (2) Počítačovou síť tvoří uzly (aktivní prvky sítě) a hrany (pasivní prvky sítě).

4.1.1 Rozdělení sítí podle rozsahu

LAN

Local Area Network je zpravidla privátní lokální síť. Její rozsah se typicky pohybuje od domácnosti po malou budovu. Síť LAN většinou slouží pro sdílení informací, komunikaci mezi stanicemi a sdílení zařízení jako je například tiskárna. Pro propojení se využívá bezdrátové připojení přes Access point či pomocí Ethernetu. (5)

MAN

Metropolitan Area Network je síť pokrývající město. Nejznámější využití MAN sítě je síť kabelové televize. (5) Kromě kabelového spojení se využívá i bezdrátové spojení. (2)

WAN

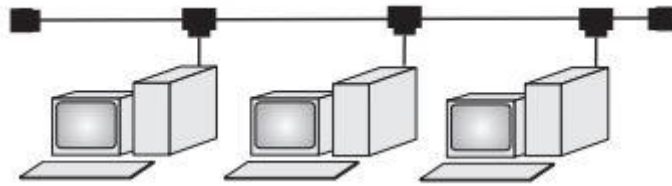
Wide Area Network se využívá u velkých geografických ploch, jako je stát či kontinent. Skládají se z více sítí LAN propojených buďto speciálními linkami, jako jsou třeba telekomunikační linky, či bezdrátové. Tuto síť mohou využívat například firmy pro propojení poboček ve více městech, zemích či dokonce kontinentech. (2)

4.1.2 Rozdělení sítí podle topologie

Sběrnice

Sběrníková topologie (Bus) využívá průběžného vedení od stanice ke stanici. Jednotlivé stanice jsou k vedení připojeny pomocí odbočovacích prvků. Jelikož je kabel veden od stanice

ke stanici, je menší spotřeba kabeláže. Největší nevýhodou je principiální nespolehlivost sítě. V případě, že někde v síti dojde k výpadku, přeruší se komunikace v celé síti. (2)



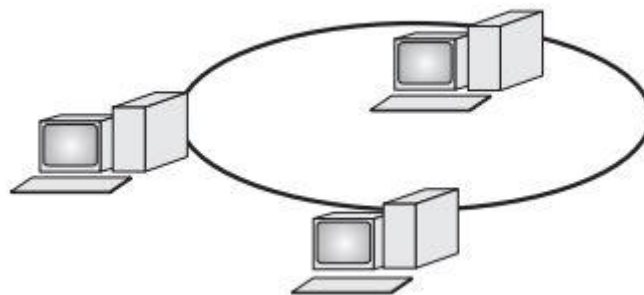
Obrázek 3 Sběrníková topologie (2)

Kruh

Kruhová topologie (Ring) vzniká pomocí spojovacího vedení stanic do souvislého kruhu.

Díky tomu se v této topologii setkáme s metodou postupného předávání zpráv (token).

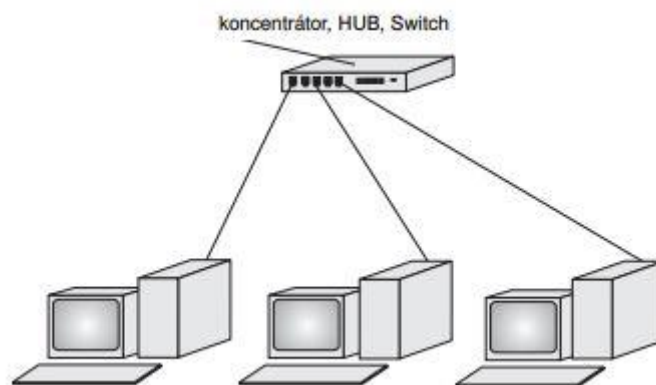
V případě přerušení vzniká porucha pro celou síť jako u sběrníkové topologie. Pro předejití výpadku celé sítě se kabeláž zdvojuje. (2)



Obrázek 4 Kruhová topologie (2)

Hvězda

Hvězdicová topologie (Star) spočívá v tom, že každá stanice je připojena vlastním kabelem k centrálnímu prvku (koncentrátor, dříve rozbočovač, dnes přepínač). K propojení stanic se používá kroucená dvojlinka. Tato topologie je dnes nejčastěji používaná. Její velkou výhodou oproti předchozím topologiím je ta, že výpadek jednoho kabelu či stanice, nezpůsobí kolaps celé sítě. (2)



Obrázek 5 Hvězdicová topologie (2)

4.2 Referenční model ISO/OSI

Jelikož se počítačové sítě vyvíjely zpočátku uzavřeně ve firmách, nebyly navzájem kompatibilní. Proto vznikla potřeba vytvořit pravidla pro přenos dat v sítích a mezi nimi. S řešením přišel mezinárodní ústav pro normalizaci ISO (International Standards Organization), který vypracoval referenční model OSI (Open System Interconnection). Tento model rozdělil práci v síti do sedmi navzájem spolupracujících vrstev. Spolupráci mezi vrstvami rozdělujeme na vertikální a horizontální. Vertikální spolupráce probíhá mezi vyšší vrstvou a podřízenou vrstvou. Vyšší vrstva převezme úkol od podřízené, zpracuje jej a následně předá vrstvě jí nadřazené. Horizontální spolupráce je mezi stejnými vrstvami z různých sítí. Vrstvy musí být schopny spolu komunikovat. (2)



Obrázek 6 Referenční model ISO/OSI

4.2.1 Popis jednotlivých vrstev modelu ISO/OSI

Fyzická

Fyzická vrstva (Physical layer) popisuje elektrické (nebo optická), mechanické a funkční vlastnosti sítě. Tím se rozumí, jakým signálem je reprezentovaná logická jednička, jak přijímací stanice pozná start bit, tvar konektoru atd. (2)

Linková

Linková vrstva (Data – link layer) uskutečňuje přenos datových rámců po fyzickém médiu. Úkolem této vrstvy je přijímat a odesílat rámce, kontrolovat cílové adresy přijatých rámců, určovat, zda bude rámec odevzdán nadřazené vrstvě (síťové) atd. (2)

Síťová

Síťová vrstva (Network layer) má za úkol spojování a směrování mezi dvěma počítači nebo celými sítěmi, mezi kterými neexistuje přímé spojení. Při spojení zvolí nejvýhodnější trasu (možných cest bývá více). Volba trasy se nazývá směrování (routing). (2)

Transportní

Transportní vrstva (Transport layer) typicky dělí přenášené zprávy na pakety a opětovně skládá přijaté pakety do zpráv. (2)

Relační

Relační vrstva (Session layer) navazuje a ukončuje spojení mezi uzly. Dále může provádět ověřování uživatelů, zabezpečení přístupu k zařízení atd. (2)

Prezentační

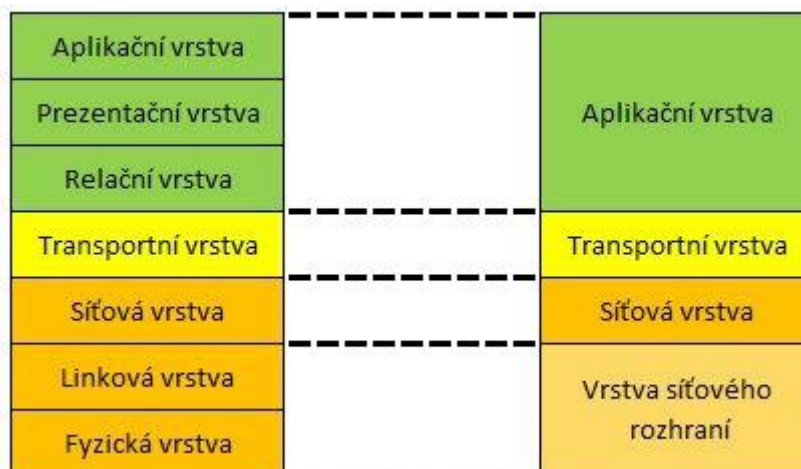
Prezentační vrstva (Presentation layer) zajišťuje konverzi dat, která mohou být v různých sítích jinak kódována. Úkolem této vrstvy je zajistit sjednocení formy vzájemně přenášených údajů. Data dále komprimuje, případně i šifruje. V praxi se často stává, že splývá s relační vrstvou. (2)

Aplikační

Aplikační vrstva (Application layer) je jistou aplikací zpřístupňující síťové služby uživateli. Tato vrstva nabízí a zajišťuje přístup k souborům z jiných počítačů, vzdálený přístup k tiskárnám, správu sítě, elektronické zprávy atd. (2)

4.3 Architektura TCP/IP

Tato architektura vznikla v USA na rozrůstající se síti ARPANET (předchůdce Internetu). ARPANET původně propojoval stovky univerzit a vládní instituce pomocí telefonních linek. Když později začaly přibývat nové technologie spojení (rádiové nebo satelitní), bylo potřeba definovat standardy. V této architektuře je původních sedm vrstev ISO/OSI sloučeno do pouhých čtyř. (5)



Obrázek 7 Porovnání ISO/OSI a TCP/IP

4.3.1 Popis jednotlivých vrstev

Vrstva síťového rozhraní

Nejnižší vrstva popisuje, co musí spoj, jako například Ethernet, splňovat pro zabezpečení komunikace pro síťovou vrstvu. Slučuje fyzickou a linkovou vrstvu ISO/OSI. (5)

Síťová vrstva

Má totožný úkol jako její protějšek v modelu ISO/OSI. Směrování paketů, zajištění adresace a správné doručení. Tato vrstva využívá dva protokoly- IP a ICMP (Internet Control Message Protocol). (5)

Transportní vrstva

Tato vrstva má opět stejný úkol jako v modelu ISO/OSI- stará se o spojení. Využívá k tomu dva protokoly- TCP a UDP (5)

TCP je protokol, jež vytváří pro aplikační vrstvu iluzi spolehlivého přenosu. Data jsou převzata od aplikace, rozdělena na segmenty, očíslována a seřazena k odeslání. Po navázání spojení jsou segmenty odesílány, dále je kontrolováno potvrzení o jejich přijetí druhou stranou. (3)

UDP je protokolem jednodušším a méně spolehlivým. Nestará se o potvrzení přijetí dat druhou stranou. Je využíván například aplikacemi, pro které není důležitá správnost doručení, ale okamžitost. (3, 5)

Aplikační vrstva

Je tvořena protokoly, které spolupracují s programy, jako například FTP, HTTP.

4.4 Architektura Ethernet

Jedná se o nejrozšířenější standart sítě LAN. Navrhla jej v roce 1976 firma Xerox a je definován organizací IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) jako IEEE 802.3. Tento standart je možné použít v různých topologiích podle jeho jednotlivých specifikací. (2)

4.4.1 Základní dělení Ethernetu

10 Mbit/s (10BASE)

Na dnešní poměry je jeho rychlost velmi pomalá a nepoužívá se.

- 10BASE-2, 10BASE-5

Základem je koaxiální kabel s maximální délkou jednoho kabelového segmentu

185 m. Jeho maximálním počtem uzlů na segment je 30. Využíval se ve sběrníkové topologii. (2)

- 10BASE-T

Ve své době hodně používaná norma. Jeho základem je kroucená dvojlinka (UTP) při maximální délce segmentu 100 m s konektorem RJ-45. Používal se ve hvězdicové topologii a centrálním prvkem byl rozbočovač. (2)

- 10BASE-F

Využívá optický kabel při maximální délce segmentu 2 km. (2)

100 Mbit/s (100BASE)

Dnes asi nejrozšířenější norma. Přezdívá se mu také Fast Ethernet, na rozdíl od 10BASE zde nelze použít koaxiální kabel. (2)

- 100BASE-TX

Nestíněná nebo stíněná kroucená dvojlinka kategorie 5 s maximální délkou segmentu 100 m a konektorem RJ-45. (2)

- 100BASE-FX

Využití optických kabelů s maximální délkou segmentu u mnoho vidového kabelu 412 m, u jedno vidového s duplexním režimem 10 000 m. (2)

Gigabitový Ethernet (1000BASE)

Disponuje rychlostí 1000 Mbit/s, určeno pro kroucenou dvojlinku a optické kabely.

- 1000BASE-LX, 1000BASE-SX

Používá se krátkovlnný světelný zdroj (LED dioda či laser). Používají se jak jedno vidové tak mnoha vidové kabely. Maximální vzdálenost přenosu je 5 km. (2)

- 1000BASE-T

Používá se pro čtyř párové kroucené dvojlinky kategorie 5 s konektorem RJ-45. (2)

10GB Ethernet (10GBASE)

Norma nejrychlejšího Ethernetu je nejen pro sítě LAN, ale i pro sítě MAN a WAN. Přenosová vzdálenost až 40 km za použitím jedno vidové optiky. (2)

4.5 Kabelážní systém

Jedná se o množinu prvků, zajišťující fyzickou komunikaci v síti. Tvoří ji kabely, konektory, rozvaděče, kabelové trasy a u bezdrátových sítí i prostor. Tento systém je možno dělit na jednoúčelový systém a univerzální. Jednoúčelové jsou aplikačně zaměřené pro jeden typ přenosu (například telefonní rozvody). Univerzální systém je určen pro větší aplikační množinu jako je přenos dat, přenos audio/ video atd. (1)

4.5.1 Normy kabelážních systémů

Mezinárodní normy (ISO/IEC 11801) jsou děleny na americké a evropské. Evropské se pak dále dělí na národní. Pro tuto práci budou potřeba normy české (1)

- ČSN EN 50173-1 – univerzální kabelážní systémy – všeobecné požadavky
- ČSN EN 50173-2 - univerzální kabelážní systémy – kancelářské prostory
- ČSN EN 50173-3 - univerzální kabelážní systémy – průmyslové prostory
- ČSN EN 50173-4 - univerzální kabelážní systémy – obytné prostory
- ČSN EN 50174-1 - instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kontroly
- ČSN EN 50174-2 - instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách
- ČSN EN 50174-3 - instalace kabelových rozvodů – projektová příprava a výstavba vně budov

4.5.2 Základní pojmy kabelážních systémů

Kategorie

Kategorie (Cat.) je klasifikací linky a kanálu hodnotící parametry materiálů. Rozlišovacím kritériem je kmitočet udávaný v MHz. (1)

Třída

Třída (Class) slouží pro klasifikaci aplikací sítí. Hodnotí parametry nainstalovaného celku.

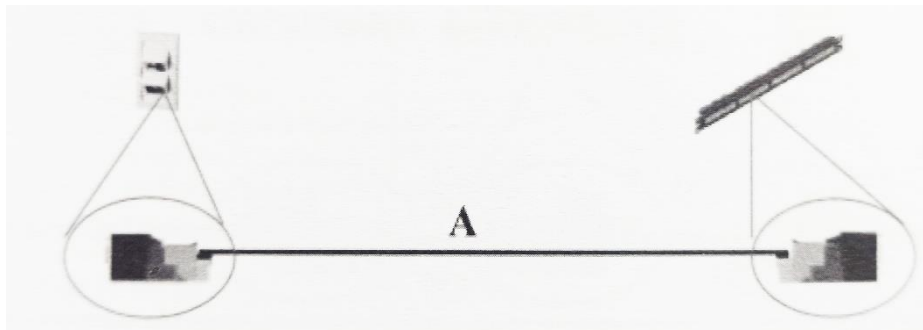
Rozlišovacím kritériem je opět kmitočet v MHz. (1)

Tabulka 1 Tabulka tříd a kategorií (vlastní zpracování podle tabulky z 4)

Třída	Kategorie	Frekvenční rozsah	Použití
A	1	<100 kHz	analogový spoj
B	2	<1 MHz	ISDN
C	3	<16 MHz	10BASE Ethernet
	4	<20 MHz	Token Ring
D	5	<100 MHz	FE, ATM155, GE
E	6	<250 MHz	ATM1200
EA	6A	<500 MHz	10GE
F	7	<60 MHz	10GE
FA	7A	<1000 MHz	10GE

Linka

propojení konektoru v přepojovacím panelu a datové zásuvky (na obrázku trasa A). Její maximální délka elektrického vedení je 90 m. (1)

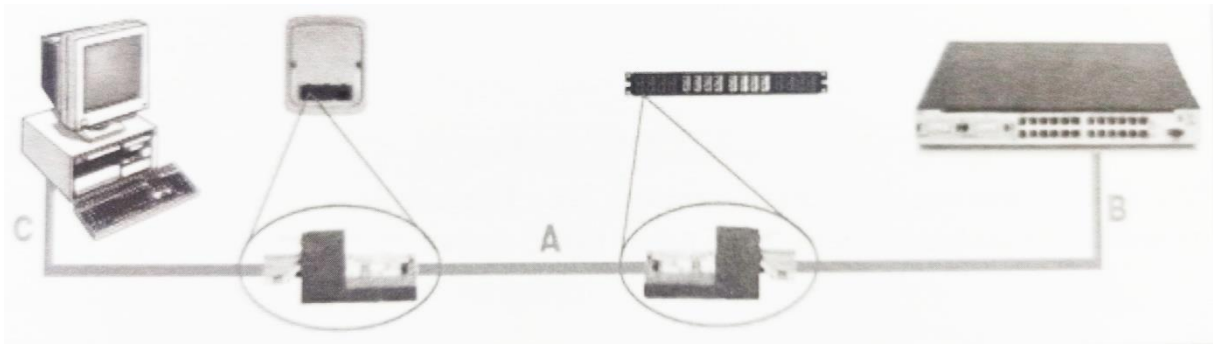


Obrázek 8 Linka (1)

Kanál

Tvoří jej linka a pracovní vedení (připojení zařízení na pracovišti a propojení přepojovacího panelu k aktivnímu prvku v datovém rozvaděči, na obrázku spojení tras C, A, B).

Jeho maximální délkou elektrického vedení je 100 m. (1)



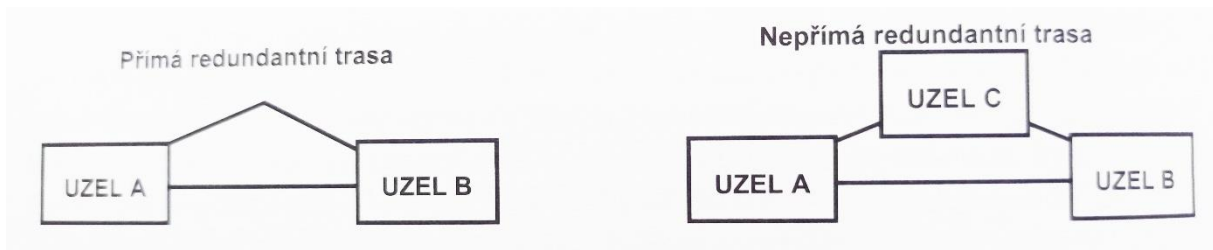
Obrázek 9 Kanál (1)

4.5.3 Sekce kabelážních systémů

Podle požadavků na rychlost a překlenutelnost vzdáleností jsou kabelážní systémy děleny na tři hlavní sekce. Každá z nich využívá jiné technologie přenosu. (1)

Páteřní sekce

Propojuje jednotlivé komunikační uzly, fyzicky tvořené datovým rozvaděčem a potřebným vybavením. Pro data a ostatní přenosy se zde využívá optických kabelů. Aby se zajistila vyšší spolehlivost a bezpečnost systému, jsou v páteřních rozvodech i redundantní trasy (většinou metalickou kabeláží), které dělíme na přímé a nepřímé. (1)



Obrázek 10 Přímá a nepřímá redundantní trasa (1)

Horizontální sekce

Jedná se o propojení datového rozvaděče a uživatelského výstupu. Uživatelský výstup je většinou realizován datovou zásuvkou, zakončení v rozvaděči je provedeno připojením do propojovacího panelu. Fyzická topologie je vždy hvězda. Linka horizontální sekce je většinou tvořena kroucenou dvojlinkou s konektory RJ45, je však i možnost použití optického kabelu (ideálně duplexní nebo Breakout konstrukce). (1)

Pracovní sekce

Tato sekce, z hlediska topologie, pouze prodlužuje horizontální či páteřní sekci. Její topologie je podřízena sekci, ke které se připojuje. Tvoří ji přepojovací kabely v rozvaděči a propojovací kabely na pracovišti (propojení mezi zásuvkou a uživatelskou stanicí).

Maximální délka by neměla přesáhnout 5 m. V dnešní době se jedná hlavně o připojení s konektory RJ45. (1)

4.6 Přenosová prostředí

Přenosová prostředí se dělí na metalická, optická a bezdrátová. Nejstarším z nich jsou metalická, která jsou dodnes hojně používána. Na velké vzdálenosti se dnes používají spíše optická média, kvůli nízkému útlumu při přenosu signálu. Bezdrátový přenos se využívá v případě, že pokládání kabelů je nevhodné či nemožné. (2)

4.6.1 Metalická kabeláž

Princip metalické kabeláže spočívá v měděném vodiči, který přenáší elektrické signály. Nejpoužívanějším je kroucený pár (Twisted Pair), který tvoří čtyři páry vodičů. Tyto páry mohou být k sobě svařené (zlepšuje impedanci kabelu). Metalické kabely je možno dělit podle jejich konstrukcí například podle konstrukce pláště je dělíme na jednoplášťové, dvou a více plášťové, armované nebo speciální. Dále je můžeme dělit podle stínění na nestíněné (UTP) a stíněné (STP). (1)

UTP

Nestíněný kroucený pár (Unshielded Twisted Pair) neobsahuje žádné prvky stínění proti rušení ostatními kabely ve svazku. Jeho nejpoužívanější typ kategorie 5 nemá ani prvky pro snížení přeslechu mezi ostatními páry. Jeho dokonalejší formy vyšších kategorií však tyto prvky obsahují. (1, 2)



Obrázek 11 UTP kabel

STP

Stíněný kroucený pár (Shielded Twisted Pair) může na rozdíl od UTP kabelu obsahovat prvky pro snížení přeslechů mezi ostatními kabely ve svazcích. Stínění bývá řešeno opletením, fólií či jejich kombinací. Stínění celého kabelu slouží k zabránění průniku elektromagnetického pole dovnitř i ven z kabelu. (1)



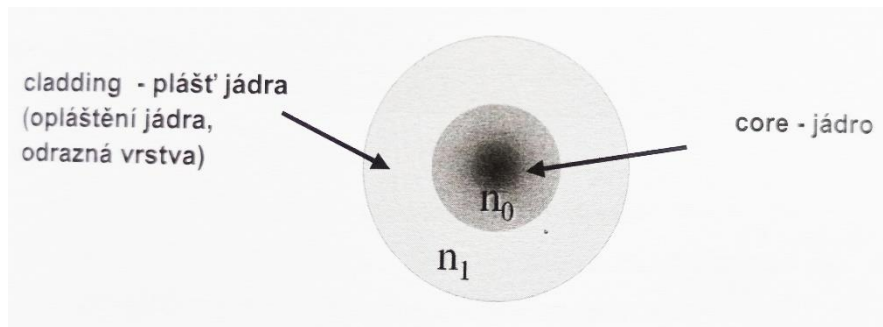
Obrázek 12 STP kabel

4.6.2 Optická kabeláž

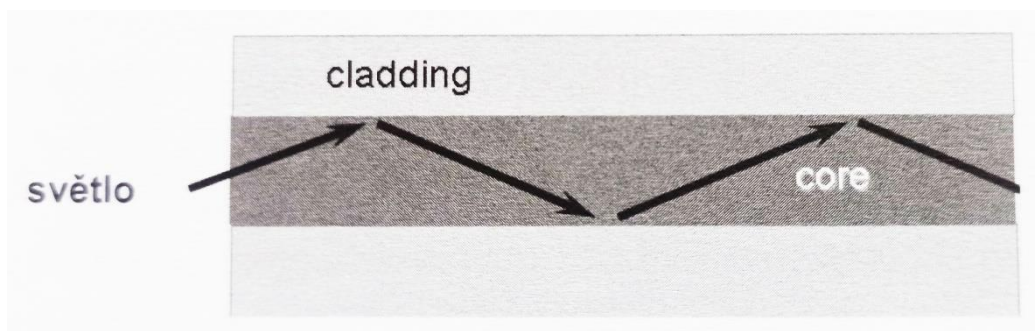
Na rozdíl od metalické kabeláže v optických kabelech se přenáší světelné impulsy ve světlo vodivých vláknech. Optický kabel tvoří minimálně dvě optická vlákna (pro každý směr jedno). Před mikro ohyby chrání vlákno sekundární vrstva ochrany. Dále je konstrukční vrstva pro zvýšení pevnosti kabelu a vnější plastový kryt, do kterého je to všechno uloženo. Optické kabely dělíme podle jejich přenosových módu na Single Mode a Multi Mode. (1)

Princip fungování optického vlákna

Optické vlákno tvoří dvě neoddělitelné vrstvy-jádro (core) a plášť jádra (cladding). Jádro se nachází v ose vlákna a je z křemičitého skla dopovaného germaniem. Plášť jádra slouží jako odrazová vrstva a je z čistého skla. *Vstupní paprsek může být odražen v závislosti na úhlu, který svírá mezi jádrem a odrazovou vrstvou. Kritický úhel je dán poměrem indexu lomu světla pro jádro a pro odraznou vrstvu.* (1)



Obrázek 14 Struktura optického vlákna (1)



Obrázek 13 Průchod světla vlákem (1)

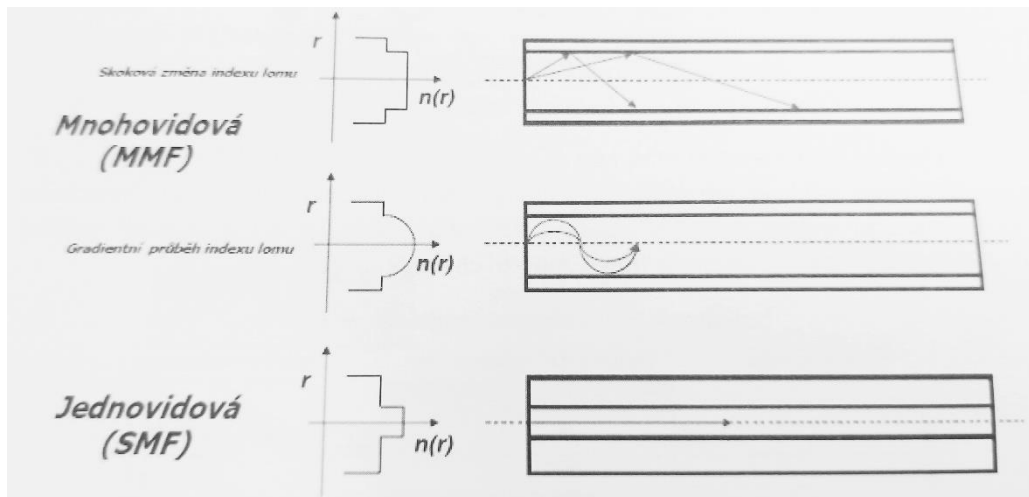
Single Mode (SM)

Vlákna SM mají v průměru 8-9 μm . Obvykle se používá světlo, které má vlnovou délku 1310 a 1550 nm, některá zařízení však používají i jiné délky jako třeba 1490 či 1590 nm.

Tyto vlnové délky způsobují to, že se do průměru jádra vejde pouze jeden vid. Ten se pak nadále šíří v ose jádra a k odrazu dochází pouze při ohybech kabelu. (1)

Multi Mode (MM)

Vlákna mají průměr 50 μm nebo 62,5 μm . U těchto vláken se používá světlo s vlnovou délkou 850 a 1300 nm. Paprsky se buďto pouze odrážejí o rozhraní jádra a odrazné vrstvy, nebo se i ohýbají díky plynulé změně indexu lomu. (1)



Obrázek 15 Průběh indexu lomu u MM a SM (1)

4.6.3 Bezdrátové připojení

Toto přenosové prostředí využívá k přenášení elektromagnetické vlny, kterými nahrazuje metalické kabely. Tyto média využívají frekvence 2,4 GHz a 5GHz. U frekvence 2,4 GHz však vzniká problém s možným rušením, jelikož toto pásmo využívají i jiné technologie (mikrovlnné trouby či Bluetooth zařízení). Norma 802.11 pro tento přenos byla odvozena z norem pro Ethernet. Pro použití je zapotřebí, aby klientská zařízení měla bezdrátové síťové rozhraní, což v dnešní době bývá běžně v osobních počítačích integrováno. Přenosová rychlost je oproti kabelovému spojení nižší, snížit ji mohou také fyzické překážky v podobě silných zdí a jiné. Co se týče bezpečnosti, tak ta je ohrožena především tím, že se signál šíří do všech směrů a kdokoli jej může tím pádem odposlouchávat. Komunikace bezdrátových prvků se dělí na dva způsoby, ad hoc a infrastrukturní mód. (2)

Ad hoc

Jednoduchá spojení od dvou do pěti zařízení, kde všichni komunikují na stejné úrovni a navzájem se vidí. Nevýhodou je obtížné zabezpečení spojení (kdokoli se může připojit).

(2)

Infrastrukturní mód

Základem tohoto spojení je přístupový bod (Access Point-AP), přes který veškerá komunikace prochází. Tím je zaručena kontrola provozu a připojených zařízení což zvyšuje bezpečnost spojení. (2)

4.7 Spojovací prvky kabeláže

Mezi hlavní spojovací prvky kabeláže řadíme konektory, přepojovací panely v datových rozvaděčích a samotné datové zásuvky. (1)

4.7.1 Konektory

Konektor v datové zásuvce, přepojovacím panelu nebo v aktivním prvku obecně nazýváme Port. Toto označení platí bez ohledu na použitý typ konektoru. Konektory obecně dělíme na dva typy-zásuvku a zástrčku. (1)

Zásuvka

Také známá jako Female nebo JACK se používá ve většině zařízení (přepínač, přepojovací panel atd). Tento typ konektorů se dále dělí na pevné (již zabudované v nějakém zařízení) a na modulární (vyměnitelné). Modulární typ se dá dále dělit na další dva typy. (1)

- KEYSTONE- uchycuje se do normalizovaného otvoru pomocí pružné západky a pevné zarážky.
- NO-KEYSTONE- uchycení řeší každý výrobce po svém. Provedení je obvykle shodné s názvem typové řady příslušného výrobce.



Obrázek 16 KEYSTONE zásuvka

Zástrčka

Male nebo i PLUG najdeme většinou na přípojovacím kabelu. Jedná se o zakončení pro zapojení do datové zásuvky, koncového zařízení nebo pro připojení do přepojovacího panelu.

(1)



Obrázek 17 Zástrčka RJ45

4.7.2 Přepojovací panely

Přepojovací panel (Patch Panel) je pohodlná a jednoduchá varianta pro přepojování. To se realizuje pomocí přepojovacích kabelů, které jsou na obou stranách zakončeny potřebnými konektory. Z jedné strany je přepojovací kabel veden z portu v Patch Panelu do portu aktivního prvku. Z druhé strany jsou pak vedeny kabelové spoje k datovým zásuvkám. Tyto panely se mohou lišit velikostí nebo typem jejich konstrukce. Ta může být buďto integrovaná nebo modulární. Integrované obsahují napevno instalované porty, kdežto modulární disponují vyměnitelnými prvky čímž je možné panel osadit dle potřeby. (1)



Obrázek 18 Přepojovací panel integrovaný



Obrázek 19 Přepojovací panel neintegrovaný

4.7.3 Datové zásuvky

S datovými zásuvkami se setkáme převážně na pracovišti a slouží k připojení koncových klientských zařízení. Mohou se proto lišit svým designem. Dělíme je podle umístění (montáž na omítku, do podlahového boxu, do parapetního kanálu) a typu jejich konstrukce opět na integrované (pevný počet portů) a modulární (s možností manipulovat s osazenými prvky). Modulární se pak dělí podle uchycení KEYSTONE a NO-KEYSTONE. (1)



Obrázek 20 Datová zásuvka

4.8 Prvky pro organizaci kabeláže

Sem se řadí datové rozvaděče a v nich obsažené organizéry kabeláže.

4.8.1 Datové rozvaděče

Účel datových rozvaděčů spočívá nejen v ochraně umístěných zařízení, ale i k ochraně prostředí vně rozvaděče před případným úrazem. Do rozvaděčů většinou umísťujeme prvky konektivity, organizační prvky kabeláže, aktivní prvky a záložní zdroje (UPS). V datových rozvaděčích můžeme občas nalézt i server či jiná technická zařízení. Vnitřní výška se udává v zástavných jednotkách UNIT (1U=44,45mm) a šířka se udává v palcích (1“=25,4mm).

Datové rozvaděče je možno dělit například podle jejich umístění (stojanové, nástěnné, stropní, mobilní, speciální), provedení (uzavřené - skříň, otevřené - rámy), rozměrů zástavby (10“, 19“- nejčastější, 21“, 23“) nebo podle způsobu ventilace (ventilované s větracími otvory, uzavřené- nevětrané, uzavřené- klimatizované). Rám rozvaděče tvoří lišty, do kterých jsou

vysekány matice pro montáž jednotlivých prvků. Do nich lze instalovat i doplňující prvky jako osvětlení, ventilátory, monitorovací jednotky, boxy na dokumentace. (1)



Obrázek 21 Datový rozvaděč

4.8.2 Organizéry

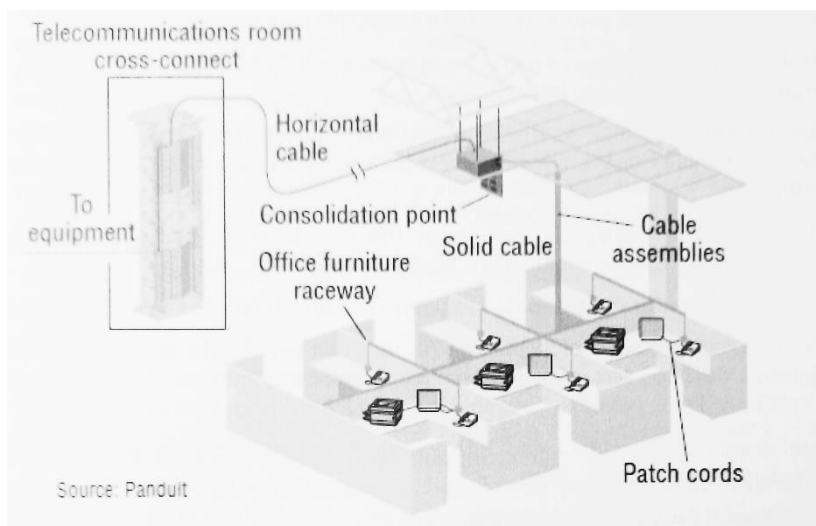
Tyto prvky slouží pro zlepšení organizace kabeláže v rozvaděči. Mají podobu lišty a dělí se na hřebenové (uzavřené) a s D-ring oky (otevřené) a dále je dělíme na horizontální a vertikální. Obvyklá výška organizéru je 1U nebo 2U. (1)



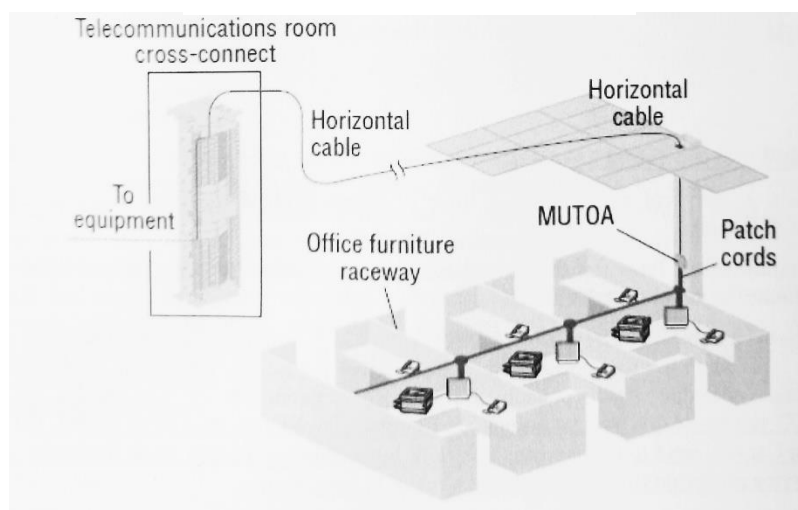
Obrázek 22 Organizér

4.9 Zónová kabeláž

Představuje odlišný způsob řešení horizontální sekce strukturované kabeláže. Zónová kabeláž se hodí především do takzvaných Open Office architektur, kde je potřeba pružná IT infrastruktura. Realizace se provádí pomocí konsolidačního bodu (CP) nebo multi-portového výstupu (MUTO). Tyto prvky bývají umístěny tak, aby umožňovaly dobrý přístup a zároveň nenarušovaly interiér místnosti, vhodné jsou například stropní a podlahové prostory.



Obrázek 24 Zónová kabeláž za použití CP (1)



Obrázek 23 Zónová kabeláž za použití MUTO (1)

4.10 Prvky pro vedení kabelážních tras

Páteřní trasy

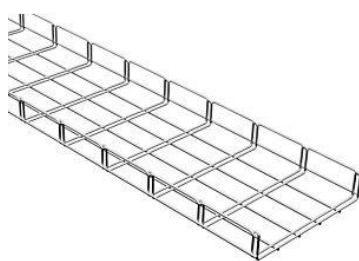
Tyto trasy zajišťují propojení budov, kabely páteřní trasy bývají uloženy ve výkopech nebo v podzemních kolektorech. Pokud je pro trasu zvolen výkop, je nutné uložit kabely do chráničky (HDPE chránička, korugovaná chránička). V případě kolektorů jsou kabely uloženy v nosných lávkách. Kromě těchto možností existuje i varianta závěsné trasy. Tato varianta nese velké riziko poškození z důvodu mnohem většího vystavení vnějším vlivům jako je UV záření, teplota a vlhkost, možné je i mechanické poškození. (1)



Obrázek 25 Korugovaná chránička

Horizontální

Pro vedení kabeláže v budově se používají plastové či drátěné žlaby, které je možno uložit buďto ve zdvojených podlahách nebo ve stropěch. Je i možnost plastových lišt a žlabů vedených podél stropů nebo podlah. (1)



Obrázek 26 Kabelový žlab

Koncové trasy

Při uložení ve zdi se používají plastové trubky, pro vedení na zdi plastové lišty či parapetní žlaby, které v sobě mohou mít již zabudované datové zásuvky. Na pracovišti pak lze využít různých organizérů, lišt a značení. (1)



Obrázek 27 Plastový kabelový žlab

4.11 Prvky značení kabeláže

Systém značení navrhuje projektant během zpracování, přičemž musí dbát na dodržení norem EN 50174, které určují, co vše musí být značeno a zapsáno do dokumentace. Značení se dělí na výstražné (varování před nebezpečím), informační (důležité skutečnosti) a identifikační, pro technický návrh je nejdůležitější. Všechny kabely musí být označeny na obou koncích, označeny musí být všechny kabelové svazky, Patch Panely s jejich porty, zásuvky s jejich porty, ODF, datové rozvaděče, technologické místnosti a aktivní prvky s jejich porty. Musí se dbát na jednoznačnost a čitelnost, odolnost proti vlivům prostředí a oděrům. (1)

4.12 Aktivní prvky

4.12.1 Opakovač

Opakovač (repeater) je nejjednodušším aktivním prvkem, jelikož procházející signál pouze zesiluje (opakuje). Pracuje na nejnižší vrstvě ISO/OSI. Využívá se pro případy, kdy je kabel příliš dlouhý a na jeho konci signál není už dostatečně silný. Tato konstrukčně jednoduchá krabička se dvěma stejnými konektory se nejčastěji najde v koaxiálních sítích. (2)

4.12.2 Rozbočovač

Rozbočovač neboli hub byl nepostradatelnou součástí sítí s hvězdicovou topologií. Pracuje rovněž na první vrstvě ISO/OSI. Jeho základní funkcí bylo rozbočování signálu (větvení sítě). Když jedna z připojených stanic chce komunikovat s jinou stanicí, pošle první stanice paket na rozbočovač. Ten paket rozešle všem, ale přijme jej jen ta stanice, pro kterou byl poslán. Dnes jej však nahradil technologicky dokonalejší přepínač (switch). (2)

4.12.3 Přepínač

Přepínač (switch) na rozdíl od rozbočovače komunikující stanice odděluje od zbytku sítě. Je to zařízení druhé vrstvy ISO/OSI. Pro komunikaci mezi dvěma stanicemi v podstatě vytvoří virtuální okruh, kterým zajistí, že stanice nebudou zahlcovány cizími pakety a výměna dat mezi nimi bude probíhat maximální rychlostí. (2)

4.12.4 Směrovač

Směrovač (Router) pracuje na třetí vrstvě ISO/OSI. Jednou ze základních funkcí směrovače je shromažďování informací o připojených sítích. Podle nich pak vybírá pro posílaný paket tu nejvýhodnější cestu. Typicky se používá pro připojování sítí k internetu. (2)

4.12.5 Server

Jako server se označuje výkonný počítač, který poskytuje nějaké služby. Na rozdíl od běžného počítače se nikdy nevypíná a pracuje nepřetržitě. Server vypínáme až se jej zbavujeme. Může se jednat například o webový server, doménový server, proxy server atd. (5)

5. Návrh řešení

Tato část práce se věnuje vlastnímu návrhu sítě, obsahuje návrhy veškerých komponentů jako jsou kabely, zásuvky atd, návrh kabelových tras, značení a ekonomické zhodnocení. V této části se vychází z předchozích částí, konkrétně z analýzy současného stavu a teoretických východisek.

5.1 Návrh technologií přenosu a Topologie sítě

Pro potřeby společnosti jsem se rozhodl, že bude použita technologie přenosu Gigabit Ethernet konkrétně 1000 Base T. Z tohoto důvodu budou muset být veškeré komponenty a prvky nejméně kategorie 5e.

Síť bude realizována pouze jednou horizontální sekcí. Podle příslušné normy bude tato síť realizována pomocí topologie hvězda. Centrum této topologie se bude nacházet v produkční serverovně (231-03).

5.2 Návrh počtu a umístění přípojných míst

Pro potřeby této firmy jsem se rozhodl navrhnout přípojná místa tak, že v každé místnosti, kde budou stále pracovníci, budou dva přípojná body na osobu a jedno či dvě přípojná místa pro případné připojení tiskárny. V některých místnostech není zapotřebí velkého počtu přípojných míst, navzdory tomu, že jsou určeny pro větší počet lidí. Těmito místnostmi jsou školící a zasedací místnosti. Ve školící místnosti se přípojná místa budou nacházet pouze podél zdi a vždy se dvěma porty. Ve zdi mezi touto místností a technickým oddělením budou zásuvky dvě. V zasedacích místnostech bude pouze jeden port na osobu, jelikož v těchto místnostech se nebudou nacházet telefony, které by toto připojení vyžadovali, ani zde nehrozí potřeba pro připojení více zařízení.

V technickém a obchodním oddělení, konferenční a zasedací místnosti a na recepci budou využity podlahové boxy pro dvojité podlahy. Tyto boxy budou umístěny uprostřed místností. V technickém a obchodním oddělení je to z důvodu častého přemísťování pracovních stanic. Technické oddělení bude mít čtyři boxy, v obchodním oddělení měl být původně pouze jeden, ale z důvodu použitých boxů budou použity čtyři boxy i zde. Kromě podlahových boxů budou v těchto místnostech i dvě zásuvky ve zdech, pro možnost připojení tiskáren či jiných potřebných zařízení. Jeden box měl být i v konferenční místnosti, ale ze stejných důvodů, jako v obchodním oddělení, bude zde použito čtyř podlahových boxů. Zde však nebude využito zásuvek navíc, jelikož boxy budou poskytovat dostatečný počet přípojných bodů. Nakonec bude jeden box použit pouze na recepci, ve které bude i jedna zásuvka. Dva podlahové boxy

budou použity v zasedací místnosti. Stoly se v těchto místnostech budou nacházet pouze v prostředku místností, ani zde nebude využito dalších zásuvek ze stejných důvodů jako v konferenční místnosti. V kancelářích budou využity pouze nástěnné zásuvky s dvěma porty. Počet těchto zásuvek bude ve všech kancelářích stejný, v každé budou celkem tři zásuvky. Na chodbách se bude nacházet celkem pět zásuvky pro připojení tiskáren. Zásuvky budou taktéž dvouportové, ovšem na nevyužitých portech budou použity záslepky.

5.3 Návrh použitých komponentů

Zde si představíme, jaké konkrétní komponenty (kabely) jsem vybral pro horizontální a pracovní sekci. Důležité je nezapomenout, že se v budově budou zdržovat lidé, tudíž se musí dbát i na bezpečnost. Z tohoto důvodu musí mít zvolené kabely bezhalogenové pláště. Jelikož se síť bude nacházet pouze na jednom patře, a ne příliš velkém, bude použita pouze metalická kabeláž. Využití optické kabeláže by bylo v tomto případě zbytečné, jelikož nebude potřeba překonávat dlouhé vzdálenosti.

5.3.1 Kabely horizontální sekce

Pro horizontální sekci jsem zvolil bezhalogenové UTP kabely typu drát kategorie 6 od firmy BELDEN s označením 7965ENH. Tyto kabely mají separátor X kříž pro snížení přeslechu mezi páry. Dále mají také svařené páry pro lepší symetrii páru.



Obrázek 28 UTP kabel od firmy BELDEN s označením 7965ENH

5.3.2 Kabely pracovní sekce

Pro pracovní sekci jsem zvolil kabeláž typu lanko od firmy BELDEN s označením 1868ENH. Jedná se o stíněný kabel kategorie 5e, má bezhalogenový plášť a na koncích bude zakončen konektory RJ45. Délka jednoho kabelu jsou tři metry. Tyto kabely budou použity od zásuvky či podlahového rozvaděče k počítači. Od patch panelu k síťovému zařízení v rozvaděči bude

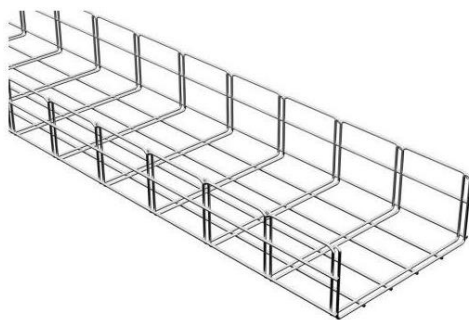
použit kabel od stejného výrobce s označením C601106007 stejné kategorie i se stejnými zakončeními. Délka jednoho kabelu však bude „pouze“ dva metry.



Obrázek 29 Patch cord od firmy BELDEN s označením C601106007

5.4 Prvky vedení kabeláže

Pro vedení kabelů jsem zvolil drátěný kabelový žlab od firmy Arkys s označením ARK-211240. Tento žlab je 100 mm vysoký a 250 mm široký. Takto velký žlab jsem zvolil z důvodu nadčasovosti, pro případ, že by bylo zapotřebí zvýšit počet vedených kabelů. Pro lepší instalaci bude všude použit pouze tento typ žlabu.



Obrázek 30 Kabelový žlab od firmy Arkys s označením ARK-211240

Jelikož se kabeláž povede pod podlahou, bude možné kabely dovést až k místě, kde se pak zásuvka bude nacházet. Z podlahy pak budou kabely vedeny ve zdi až do dané zásuvky. Fakt, že spousta zdí je ze sádkokartonu, by měl vytváření potřebných cest pro kabely ve zdech usnadnit. Proto nebude zapotřebí žádných plastových kabelových žlabů pro vedení pracovní sekce. Ve zdech se však budou nacházet takzvané „husí krky“ aby byly kabely ve zdi

chráněné. Jako u pláště kabelů tak i zde jsem při návrhu volil variantu, která z bezpečnostních důvodů je bezhalogenová, tudíž vhodná do budov.



Obrázek 31 Bezhalogenová chránička „husí krk“

5.5 Spojovací prvky

Zde uvedu všechny druhy konektorů, zásuvek, patch panelů a podlahových boxů, které budou použity.

5.5.1 Konektory

Každý kabel pracovní sekce bude zakončen konektorem RJ45 od firma PremiunCord. Na těchto konektorech budou použity i ochrany snag-proof. Volba konektoru RJ45 je z důvodu jeho popularity. Téměř každé zařízení, kterým se lze připojit do sítě, se dá připojit právě tímto konektorem. V případě menších notebooků, které toto připojení nemají, bude využito dokovacích stanic, které připojení tímto konektorem podporují. Mimo jiné je instalace těchto konektorů na zvolené kabely poměrně jednoduchá.



Obrázek 32 Konektor RJ45 od firmy PremiumCord



Obrázek 33 Ochrana snag-proof

5.5.2 Datové zásuvky

V případě datových zásuvek jsem se rozhodl pro zásuvku Tango od firmy ABB. Tato zásuvka je kategorie 5e dále je určena pro dva konektory RJ45 a instaluje se pod omítku. Jelikož ve většině místností bude zapotřebí dvou přípojných bodů na uživatele, je zásuvka se dvěma porty jednoznačná volba. Zásuvka bude nainstalovaná jak v místnostech, tak i na chodbách, kde do nich bude připojeno pouze jedno zařízení (konkrétně tiskárny). Z bezpečnostních důvodů budou proto v těchto konkrétních zásuvkách použity záslepky pro konektor RJ45, pro jejichž vytažení je zapotřebí speciální klíč, který je dodavatelem dodán. Tyto záslepky bude zapotřebí použít na všech nevyužitých portech, které se budou nacházet na chodbě.



Obrázek 34 Zásuvka Tango od firmy ABB



Obrázek 35 Záslepka na port RJ45

5.5.3 Patch panely

Při výběru patch panelu jsem musel dbát nejen na velikost, ale i na počet portů. Samotná velikost patch panelu je závislá na výběru datového rozvaděče. Co se týká počtu portů, tak jsem musel volit co největší, který zároveň zabere v rozvaděči méně místa. Proto jsem vybral 19“ od firmy Solarix, který je osazen celkem 24 porty. Celkově zabírá pouze jeden unit a splňuje standard pro kategorii 5e a třídu D. Celkově bude v provozním rozvaděči použito sedmi takovýchto patch panelů. Ve dalších rozvaděčích pro testovací část sítě bude použito méně patch panelů, konkrétně v hlavním pouze dva a ve zbylých po jednom.



Obrázek 36 Patch panel od firmy Solarix

5.5.4 Podlahové boxy

Jak již bylo zmíněno, v některých místnostech bude docházet k častému přemísťování nebo se stoly budou nacházet uprostřed místnosti. Tento problém jde skvěle vyřešit pomocí podlahových boxů. V tomto konkrétním případě bude využito podlahových boxů od firmy Legrand, které je možno přizpůsobit dle potřeby. Základem je samotný box, do kterého lze vložit buďto elektrické či datové zásuvky. V našem případě budou použity pouze zásuvky datové s porty RJ45, které jsou kategorie 5e. Nahoře na těchto boxech se pak budou nacházet kovová víka s deskou, aby se v podlaze nenacházela do očí bijící díra. Tato víka i desky budou dekorativně zvolena s běžovou barvou. Každý jeden box bude obsahovat celkem osm přípojných bodů.



Obrázek 37 Podlahový box od firmy LEGRAND

5.6 Prvky organizace kabeláže

Tato část bude obsahovat mnou zvolené prvky pro organizování kabeláže. Mezi tyto prvky se řadí datový rozvaděč a organizéry v něm.

5.6.1 Datový rozvaděč

Jelikož se datové rozvaděče budou nacházet v samostatných a uzamčených místnostech, můžeme zvolit stojanové rozvaděče. Tato volba nejen že usnadní práci s nimi, ale zároveň dodá možnost rozšířit síť o další prvky bez nutnosti dokupovat další rozvaděč. Proto jsem se rozhodl zvolit stojanový 19“ rozvaděč s krytím IP20. Tento konkrétní rozvaděč nese označení RMA 600 x 1000 (typ RMA-47-A61-CAX-A1). Ohledně jeho rozměrů, tak má 2194 mm na výšku, 600 mm na šířku a 1000 mm na hloubku. Rozvaděč je svařovaný a má odnímatelné bočnice a zadní kryt. Ve předu se nachází prosklené dveře, které lze otevřít téměř do úhlu 180°. Tyto rozvaděče budou celkem zapotřebí čtyři, jeden bude v hlavní serverovně a zbylé tři budou podle požadavku zadavatele umístěny v testovací místnosti, kde budou hlavně obsahovat různá síťová zařízení (switche, routery a další) určená k testování různých updatů a podobných záležitostí.



Obrázek 38 Stojanový datový rozvaděč s označením RMA

V rozvaděči se budou nacházet i napájecí panely a UPS. Napájecí panely jsem se rozhodl vybrat konkrétně 19“ panel od firmy TRITON s označením RAB-PD-X03-A1. Panel je osazen celkem osmi zásuvkami a vypínačem. V provozním rozvaděči budou použity celkem dva tyto panely.



Obrázek 39 Napájecí panel 19"

Nad těmito panely bude nainstalováno i UPS od firmy LEGRAND. Dodavatel uvádí, že tento záložní zdroj o výkonu 480W vydrží při padesáti procentním zatížení až deset minut, což je dostatečný čas na to, aby se stihl zapnout například záložní naftový agregát v případě výpadku elektrického proudu.



Obrázek 40 UPS zařízení od firmy LEGRAND

Samotné rozložení všech prvků v hlavním rozvaděči bude takové, že zespod se budou nacházet nejprve dva napájecí panely, nad nimi bude UPS zařízení. Poté bude následovat rezerva od unitu čtyři až po unit sedmnáct. Poté budou střídavě instalovány horizontální organizéry s patch panely a následovat bude další rezerva pro budoucí aktivní prvky.

U47-35	Vertikální organizér	Rezerva	Vertikální organizér
U34		2U organizér	
U33			
U32		Patch panel A	
U31		2U organizér	
U30			
U29		Patch panel B	
U28		Patch panel C	
U27			
U26		2U organizér	
U25		Patch panel D	
U24		Patch panel E	
U23			
U22		2U organizér	
U21		Patch panel F	
U20		Patch panel G	
U19			
U18		2U organizér	
U17-4		Rezerva	
U3		UPS	
U2	napájecí panel		
U1	napájecí panel		

Obrázek 41 Schéma prvků v hlavním produkčním datovém rozvaděči

Zbylé tři datové rozvaděče budou osazeny jinak. Všechny budou téměř podobné, ve spodních dvou unitech budou napájecí panely a nad nimi dva UPS panely. Rozdíl bude pouze u hlavního z těchto tří, a to v tom, že bude mít na rozdíl od ostatních dvou v horních unitech dva patch panely namísto jednoho. U všech budou použity pouze vertikální organizéry.

U47	Vertikální organizér	Patch panel A	Vertikální organizér
U46		Patch panel B	
U5-45		Rezerva	
U4		UPS	
U3		UPS	
U2		napájecí panel	
U1		napájecí panel	

Obrázek 42 Schéma hlavního rozvaděče testovací sítě

U47	Vertikální organizér	Patch panel A	Vertikální organizér
U5-46		Rezerva	
U4		UPS	
U3		UPS	
U2		napájecí panel	
U1		napájecí panel	

Obrázek 43 Schéma zbylých dvou rozvaděčů

5.6.2 Organizéry

Pro uspořádání kabelů v datovém rozvaděči jsem zvolil vertikální D-ring organizéry, které mají rozměry 50 mm na délku, 86 cm na šířku a 87 mm na výšku. Samotná oka mají rozměry 48x89 mm. Produkt je vyroben z kovu a v rozvaděči se bude táhnout přes 20 U. Organizéry budou instalovány v rozvaděči na obou stranách. Tohle rozhodnutí jednak usnadní vkládání kabelů do organizérů (při velkém počtu kabelů v okách by mohlo i docházet k deformacím profilů kabelů) a zároveň podpoří možnost případného zvětšení sítě v budoucnu.



Obrázek 44 Organizér D-ring vertikální

Kromě vertikálních organizérů budou použity i horizontální D-ring organizéry, které mají výšku 2U a velikost oka je 12 cm. Nosník je z kovu, ale samotná oka jsou plastová a lze je vytočit až o 90°. Tyto organizéry budou instalovány poblíž patch panelů.



Obrázek 45 Organizér D-ring horizontální

Pro svazkování kabelů budou použity textilní pásky na principu suchého zipu. Tato varianta nejen že zaručí pevnost svazku, ale také zároveň předejdeme již zmíněné deformaci profilu kabelů. V příliš utaženém svazku může vzniknout takzvaný „vosí pás“, který zhoršuje přenosové parametry linky. Díky šířce pásky se dá tomuto problému snáze předejít na rozdíl od stahovacích plastových pásek, které jsou většinou výrazně užší (použít se však dají také).



Obrázek 46 Textilní páska na principu suchého zipu

5.7 Návrh značení

Evropská norma EN 50174 určuje, které prvky mají být označeny. Těmito prvky jsou: všechny kabely na obou koních, kabelové svazky na obou koních a v místech jejich větvení a křížení, zásuvky a jejich porty, datové rozvaděče, patch panely a jejich porty a aktivní prvky a jejich porty. Protože aktivní prvky nejsou součástí této práce, nebude zde ani řešeno jejich značení.

5.7.1 Značení datového rozvaděče

V budově se budou nacházet celkem čtyři datové rozvaděče. Se zásuvkami po celé budově bude však spojen pouze jeden rozvaděč a to ten, který se nachází v serverovně. Ostatní rozvaděče budou sloužit k testovacím účelům. Rozvaděče budou označeny zkratkou DRX, kde X bude číslo rozvaděče. Hlavní rozvaděč ze serverovny bude mít číslo jedna.

5.7.2 Značení patch panelů

Značení jednotlivých patch panelů v rozvaděčích jsem se rozhodl provést abecedně. Toto značení by začínalo písmenem A, a byl by jím označen nejvýše instalovaný patch panel v rozvaděči. Postupně by se dolů pokračovalo abecedně k B, C atd. Značení jednotlivých portů by pak bylo řešeno normálně dvoucifernými číslicemi od čísla 01 až po 24. Značení by se provádělo zleva doprava.

5.7.3 Značení zásuvek a jejich portů

Pro značení zásuvek a jejich portů jsem se rozhodl použít reverzní identifikační kód. Toto značení je tvořeno celkem čtyřmi znaky, kde první znak je číslo rozvaděče, druhý znak určuje patch panel v rozvaděči a poslední dva znaky jsou určeny pro číslo portu v daném patch

panelu. Značení bude tedy vypadat například takto: 1A01. Toto značení jsem zvolil z důvodu jednodušší práce s porty. Pokud nastane třeba nějaká chyba, správce sítě bude hned vědět konkrétní rozvaděč, patch panel i jeho port.

5.7.4 Značení kabelových svazků

Pro kabelové svazky navrhuji značení pomocí dvou písmen z abecedy. První bude písmeno shodné s názvem trasy, poté bude písmeno, které bude konkretizovat svazek této trasy. Druhé značení bude začínat od písmene A. Finální značení svazku bude vypadat například takto: AD. Bude důležité toto značení dodržet i při dělení či křížení tras, aby se předešlo nepřesnostem při vedení sítě.

5.7.5 Značení kabelů

V případě značení kabelů budu postupovat podobným způsobem jako u značení zásuvek a jejich portů. Opět se zde bude vycházet z rezervního kódu. Tím nejlépe zachováme strukturu a přehlednost značení. Značení bude tedy vypadat například takto: B06- z tohoto značení vyplývá, že kabel vede do portu 06 v patch panelu B. Na rozdíl od zásuvek zde nebude uvedeno číslo rozvaděče.

Značení bude na několika místech, na obou koncích, v polovině a ve čtvrtinách kabelu. Na konci u patch panelu bude použito takzvané vlaječky. Na ostatních místech budou použity štítky od firmy PANDUIT, které mají díky použitým materiálům (polyester) zvýšenou odolnost proti poškození textu na štítku.



Obrázek 47 Značící štítek

5.8 Návrh kabelových tras

Všechny zde zmíněné trasy budou začínat v produkční serverovně (231-03), ze které se budou dále v drátěných žlabcích ve zdvojené podlaze vést po svazcích až k jednotlivým zdím, na kterých se budou nacházet přípojná místa. Trasy budou rozděleny celkem na tři, z toho dvě

hlavní. Jako hlavní trasy budou myšleny trasy A a B. Poslední, trasa C, bude vést z testovací serverovny do technického oddělení.

Trasa A

Z produkční serverovny (231-03) povede trasa do chodby (číslo), kde se hned odchýlí svazek do obchodního oddělení (231-11). Tam se bude dělit do šesti přípojných míst (čtyři podlahové boxy a dvě zásuvky na zdi pro případné využití). Trasa A bude pokračovat dál přes celou chodbu (číslo) až do technického oddělení (231-20). Po cestě se postupně oddělí jednotlivé svazky do kanceláří, konkrétně do tří kanceláří (231-18, 231-13, 231-12 a 231-22) povedou kabely vždy do tří přípojných míst. Před každou kanceláří se oddělí pár kabelů do zásuvky pro případné zapojení dalších zařízení (kopírek, čteček, atd). V technickém oddělení se stejně jako v obchodním oddělení rozdělí kabeláž do šesti přípojných míst (opět čtyři boxy a dvě zásuvky).

Trasa B

Tato trasa bude o něco větší než trasa A, jelikož bude vedena do více místností a zároveň délky tras budou větší. Z produkční serverovny povede do recepce (231-21), ve které se bude dělit do několika větví. První větev povede do kanceláře (231-17), po cestě se však část kabelů odpojí a povede k přípojnému místu na chodbě pro kopírku. Zbytek této nově vzniklé větve bude pokračovat do kanceláře (231-24), kde se rozdělí do tří přípojných míst. Další větve (z recepce) bude vést do zasedací místnosti (231-25), před kterou se opět část oddělí do zásuvky ve zdi. V zasedací místnosti se jeden svazek kabelů rozdělí do čtyř přípojných míst a zbytek bude putovat dál do malé zasedací místnosti (231-23), kde se rozdělí do dvou přípojných míst. Dva kabely budou pokračovat dál přes „husí krk“ ve zdi až ke stropu, kde budou připraveny pro AP. Svazek s celkem čtyřmi kabely se oddělí v samotné recepci. Poslední větev bude pokračovat dál až do školící místnosti (231-14). Tato trasa povede přes konferenční místnost, kde se jeden svazek odpojí a rozvede do čtyř přípojných míst, a testovací serverovnu (231-16a), kde se jeden svazek oddělí a bude vést do hacker room (231-16b). Tam se bude dělit do čtyř přípojných míst. Zbytek kabelů se pak rozdělí ve školící místnosti. Zde se kabely budou dělit celkem do devíti přípojných míst. Šest z nich bude rozvedeno po stranách místnosti a budou naproti sobě (tři na jedné straně, tři na druhé). Další svazek bude sveden ke zdi, která odděluje technické oddělení s touto místností. Tam se rozdělí do dvou přípojných míst. Poslední svazek se oddělí už ve zdi mezi serverovnou a školící místností. Tento svazek stejně jako v malé zasedací místnosti bude sloužit pro připojení AP.

Trasa C

Bude se jednat o trasu z testovací serverovny přes školící místnost až do technického oddělení. Tato trasa bude několik metrů vedena stejně jako trasa B. Ve školící místnosti se však oddělí a bude mířit do technického oddělení, kde se napojí na trasu A. Trasa C bude hlavně využívána pro ovládání zařízení v rozvaděčích přímo z technického oddělení.

Co se týče dalších tras, které budou používat testovací síť, tak trasa kabelů mezi jednotlivými rozvaděči bude vedena drátěným žlabem nad nimi. Poslední trasy budou ty, které zajišťují přístup k internetu. Tyto trasy budou vedeny k hlavnímu rozvaděči budovy. Z testovací serverovny bude jedna z těchto tras využívat trasu B až do provozní serverovny, kde spolu s kabely z provozní sítě povedou přes šachtu až do hlavního rozvaděče.

5.9 Ekonomické zhodnocení

Poslední část této práce se bude věnovat ekonomickému zhodnocení celého projektu. Zvolené ceny jsou uvedeny bez DPH a vychází z aktuálních cen. Jsou však pouze orientační, a proto se mohou s postupem času lišit. Některé ceny bylo zapotřebí převést z jiné měny (nejčastěji z eura), k převodu byl použit aktuální měnový kurz. Zaokrouhlování je prováděno na tisíce. Samotné zhodnocení jsem rozdělil do několika částí.

5.9.1 Náklady na materiál kabeláže

Do těchto nákladů se řadí náklady za samotné kabely a konektory.

Tabulka 3 Náklady na materiál kabeláže

Název	MJ	Množství	Jednotková cena	Cena Celkem
BELDEN 7965ENH	m	3444	9,00 Kč	30 996,00 Kč
BELDEN 1868ENH	m	468	27,00 Kč	12 636,00 Kč
BELDEN C601106007	ks	156	270,00 Kč	42 120,00 Kč
Konektor RJ45 PremiumCord	ks	312	2,00 Kč	624,00 Kč
Snag-proof ochrana	ks	312	3,00 Kč	936,00 Kč
Celková cena	X	X	X	87 312,00 Kč
Celková cena zaokrouhlená	X	X	X	87 000,00 Kč

5.9.2 Náklady na materiál přípojných míst

Za přípojná místa jsou brány nejen zásuvky ale i podlahové rozvaděče.

Tabulka 4 Náklady na materiál přípojných míst

Název	MJ	množství	Jednotková cena	Cena Celkem
RJ45 socket Arteor cat5e	ks	56	470,00 Kč	26 320,00 Kč
Support kits for standard floor boxes vertikální sockety, 16 modulů	ks	14	680,00 Kč	9 520,00 Kč
Electrical insulation kits for raised floor - for 16 module kits	ks	14	580,00 Kč	8 120,00 Kč
Finishing plate for metal lids and trims for standard floor boxes - 16/24	ks	14	3 900,00 Kč	54 600,00 Kč
Metal lid and trim for standard version floor boxes 16/24 modules	ks	14	1 500,00 Kč	21 000,00 Kč
Tango ABB	ks	44	160,00 Kč	7 040,00 Kč
Záslepka RJ45	ks	20	60,00 Kč	1 200,00 Kč
Celková cena	X	X	X	127 800,00 Kč
Celková cena zaokrouhlená	X	X	X	128 000,00 Kč

5.9.3 Náklady na materiál datových rozvaděčů

Náklady na datové rozvaděče jsou zde sepsány dohromady za všechny čtyři.

Tabulka 5 Náklady na materiál datových rozvaděčů

Název	MJ	množství	Jednotková cena	Cena Celkem
Patch panel Solarix 19"	ks	10	1 200,00 Kč	12 000,00 Kč
Rozvaděč RMA 600x1000	ks	3	12 200,00 Kč	36 600,00 Kč
TRITRON RAB-PD-X03-A1	ks	6	780,00 Kč	4 680,00 Kč
UPS LEGRAND	ks	5	2 800,00 Kč	14 000,00 Kč
Vertik. Organizér	ks	6	1 500,00 Kč	9 000,00 Kč
Horiz. Odrorganizér	ks	5	400,00 Kč	2 000,00 Kč
Celková cena	X	X	X	78 280,00 Kč
Celková cena zaokrouhlená	X	X	X	78 000,00 Kč

5.9.4 Náklady na materiál kabelových tras

Do nákladů na kabelové trasy jsou zahrnuty jak prvky pro jejich vedení, tak i prvky na svazování kabelů.

Tabulka 6 Náklady na materiál kabelových tras

Název	MJ	množství	Jednotková cena	Cena Celkem
Chráníčka antistatická antibakteriální bezhalogenová	m	15	40,00 Kč	600,00 Kč
Arkys ARK-211240	ks	202	210,00 Kč	42 420,00 Kč
Páska na principu suchého zipu	ks	500	100,00 Kč	50 000,00 Kč
Celková cena	X	X	X	93 020,00 Kč
Celková cena zaokrouhlená	X	X	X	93 000,00 Kč

5.9.5 Náklady na instalaci a měření

Celkové náklady na instalaci a měření jsem stanovil jako jednu třetinu celkových nákladů. Výsledná cena za instalační práce je tedy 128 675 Kč. To po zaokrouhlení dělá 129 000 Kč.

5.9.6 Celkové náklady

Zde je tabulka ukazující souhrn celkových nákladů včetně nákladů na návrh projektu. Celkový přesnější přehled kompletních celkových nákladů se nachází v příloze 3.

Tabulka 7 Celkové náklady

Název	Cena Celkem
Náklady na kabeláž	87 000,00 Kč
Náklady na přípojná místa	128 000,00 Kč
Náklady na datové rozvaděče	78 000,00 Kč
Náklady na kabelové trasy	93 000,00 Kč
Náklady na instalaci a měření	129 000,00 Kč
Náklady na návrh projektu	26 000,00 Kč
Kompletní náklady	541 000,00 Kč

6. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat reálný návrh počítačové sítě pro firmu, zabývající se problematikou informační bezpečnosti. Vlastní návrh jsem pak plnil podle požadavků investora.

Po zhotovení analytické části, skládající se z analýz HW, SW, prostor a požadavků investora jsem vypracoval teoretickou část, která soužila jako hlavní pomoc při vytváření samotného návrhu. Při vytváření vlastního návrhu jsem několikrát navštívil prostory, pro které jsem návrh vytvářel, abych dokázal vymyslet co nejvhodnější síťovou infrastrukturu pro danou firmu. Jelikož jsem sám nějakou dobu pracoval ve firmě zabývající se IT bezpečností, měl jsem lepší představu o tom, co bude dané firmě vyhovovat. Během výběru samotných prvků jsem se snažil vybírat takové prvky, které budou poskytovat jistou nadčasovost jako například dostatečně široké žlaby a podobně.

Kromě osobních návštěv jsem různé části návrhu konzultoval nejen se zaměstnanci reálné firmy, ale i s jinými lidmi, pohybujícími se v oboru počítačových sítí, například se svým oponentem. Tato práce může sloužit jako podklad pro návrh počítačové sítě ať už pro firmy pracující ve stejném odvětví (IT bezpečnost) či v jiném informačním odvětví.

Seznam zdrojů

- (1) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (2) HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 3. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-0892-9.
- (3) TRULOVE, James. LAN Wiring. 3. vydání. New York: McGraw-Hill Education TAB, 2006. ISBN 978-0071459754.
- (4) DORDAL, Peter Lars. An Introduction to Computer Networks - Second Edition. 2. vydání. Loyola University of Chicago: Department of Computer Science, 2020.
- (5) TANENBAUM Andrew S. a David J. WETHERALL. Computer Networks. 5. vydání. Boston: Prentice Hall, 2011. ISBN: 978-0-13-212695-3.
- (6) LEGRAND. Legrand.com [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.legrand.com/ecatalogue/>
- (7) TS BOHEMIA. Tsbohemia.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.tsbohemia.cz/>
- (8) ALZA. Alza.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.alza.cz/>
- (9) CZC. Czc.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.czc.cz/>
- (10) TRIRON. Tritron.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.triton.cz/cs>
- (11) KASSEX. Kassex.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://eos.kassex.cz/>
- (12) DEK. Dek.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.dek.cz/>
- (13) STARTECH. Startech.com [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.startech.com/en-fr>
- (14) SOLARIX. Solarix.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.solarix.cz/product.jsp?artno=24000341>
- (15) SECOMP. Secomp.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.secomp.cz/>
- (16) RACK SHOP. Rackshop.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <https://www.rackshop.cz/>
- (17) HASCO. Hasco.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z: <http://hasco.cz/index.php?route=common/home>

(18)GM ELECTRONIC. Gme.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z:

<https://www.gme.cz/>

(19)SHOP ELEKTRO. Shopelektro.cz [online] 2021 [cit. 2021-05-06]. dostupné z:

<https://www.shopelektro.cz/>

Seznam tabulek

Tabulka 1 Tabulka tříd a kategorií (vlastní zpracování podle tabulky z 4).....	27
Tabulka 2 Tabulka tříd a kategorií (vlastní zpracování podle tabulky z 4).....	27
Tabulka 3 Náklady na materiál kabeláže	53
Tabulka 4 Náklady na materiál přípojných míst	54
Tabulka 5 Náklady na materiál datových rozvaděčů	54
Tabulka 6 Náklady na materiál kabelových tras	54
Tabulka 7 Celkové náklady	55

Seznam obrázků

Obrázek 1 Půdorys patra	15
Obrázek 2 Popis místností v patře.....	18
Obrázek 3 Sběrníková topologie (2).....	21
Obrázek 4 Kruhová topologie (2).....	21
Obrázek 5 Hvězdicová topologie (2)	21
Obrázek 6 Referenční model ISO/OSI.....	22
Obrázek 7 Porovnání ISO/OSI a TCP/IP	23
Obrázek 8 Linka (1)	27
Obrázek 9 Kanál (1).....	28
Obrázek 10 Přímá a nepřímá redundantní trasa (1).....	28
Obrázek 11 UTP kabel	29
Obrázek 12 STP kabel.....	29
Obrázek 13 Průchod světla vlákem (1)	30
Obrázek 14 Struktura optického vlákna (1)	30
Obrázek 15 Průběh indexu lomu u MM a SM (1).....	31
Obrázek 16 KEYSTONE zásuvka	32
Obrázek 17 Zástrčka RJ45	33
Obrázek 18 Přepojovací panel integrovaný.....	33
Obrázek 19 Přepojovací panel neintegrovaný.....	33
Obrázek 20 Datová zásuvka	34
Obrázek 21 Datový rozvaděč	35
Obrázek 22 Organizér	35
Obrázek 23 Zónová kabeláž za použití MUTO (1).....	36
Obrázek 24 Zónová kabeláž za použití CP (1).....	36
Obrázek 25 Korugovaná chránička	37
Obrázek 26 Kabelový žlab	37
Obrázek 27 Plastový kabelový žlab	37
Obrázek 28 UTP kabel od firmy BELDEN s označením 7965ENH	41
Obrázek 29 Patch cord od firmy BELDEN s označením C601106007	42
Obrázek 30 Kabelový žlab od firmy Arkys s označením ARK-211240.....	42
Obrázek 31 Bezhalogenová chránička „husí krk“	43
Obrázek 32 Konektor RJ45 od firmy PremiumCord	43

Obrázek 33 Ochrana snag-proof	44
Obrázek 34 Zásuvka Tango od firmy ABB	44
Obrázek 35 Záslepka na port RJ45	44
Obrázek 36 Patch panel od firmy Solarix	45
Obrázek 37 Podlahový box od firmy LEGRAND	45
Obrázek 38 Stojanový datový rozvaděč s označením RMA	46
Obrázek 39 Napájecí panel 19"	47
Obrázek 40 UPS zařízení od firmy LEGRAND	47
Obrázek 41 Schéma prvků v hlavním produkčním datovém rozvaděči.....	48
Obrázek 43 Schéma hlavního rozvaděče testovací sítě.....	48
Obrázek 42 Schéma zbylých dvou rozvaděčů.....	48
Obrázek 44 Organizér D-ring vertikální	49
Obrázek 45 Organizér D-ring horizontální	49
Obrázek 46 Textilní páska na principu suchého zipu	50
Obrázek 47 Značící štítek.....	51

Seznam zkratek

HW	Hardware
SW	Software
IP	Internet protocol
PC	Personal computer
LAN	Local area network
WAN	Wide area network
UTP	Unshielded twisted pair
STP	Shielded twisted pair
U	Unit
PVC	Polyvinylchlorid
LSZH	Low smoke zero halogen
IT	Informační technologie
B2B	Business to business
ISO	International Standards Organization
OSI	Open System Interconnection
ICMP	Internet Control Message Protocol
TCP	Transmission control protocol
UDP	User datagram protocol
CAT	Category
SM	Single mode
MM	Multimode
CP	Consolidation point
MUTO	Multiuser telecommunication outlet
HDPE	High density polyethylene

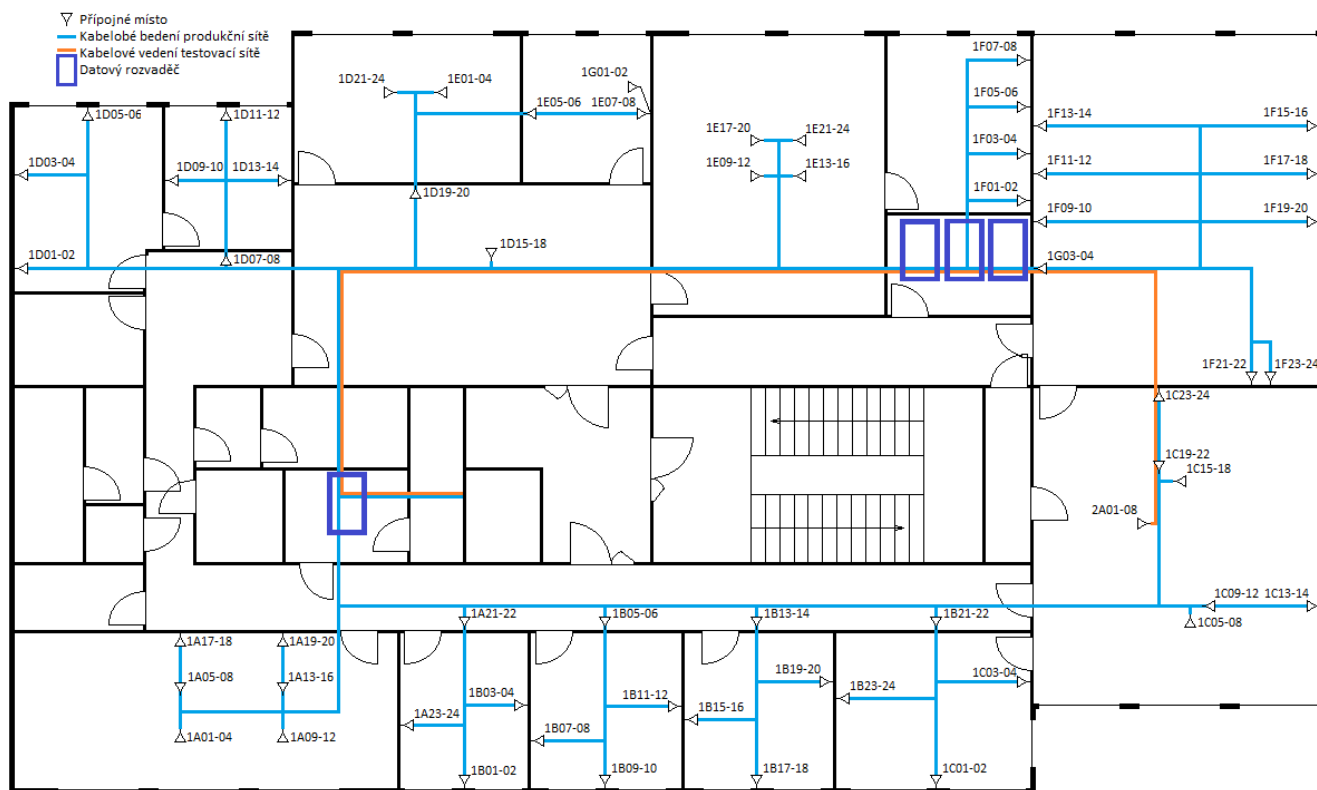
UV

Ultraviolet

Seznam příloh

Příloha 1 Kabelové trasy	i
Příloha 2 Kabelážní tabulka	i
Příloha 3 Kompletní celkové náklady	v

Příloha 1 Kabelové trasy



Příloha 2 Kabelážní tabulka

rozvaděč	panel		místnost		zásuvka		port zásuvky		kabel		
číslo	označení	port	číslo	popis	typ	označení	port	označení	typ	označení	délka
1	A	1	231-11	Obchodní oddělení	Arteor RJ45	1A01	1	1A01	BELDEN 7965ENH	A01	11,7
1	A	2			Arteor RJ45	1A02	1	1A02	BELDEN 7965ENH	A02	11,7
1	A	3			Arteor RJ45	1A03	1	1A03	BELDEN 7965ENH	A03	11,7
1	A	4			Arteor RJ45	1A04	1	1A04	BELDEN 7965ENH	A04	11,7
1	A	5			Arteor RJ45	1A05	1	1A05	BELDEN 7965ENH	A05	11,7
1	A	6			Arteor RJ45	1A06	1	1A06	BELDEN 7965ENH	A06	11,7
1	A	7			Arteor RJ45	1A07	1	1A07	BELDEN 7965ENH	A07	11,7
1	A	8			Arteor RJ45	1A08	1	1A08	BELDEN 7965ENH	A08	11,7
1	A	9			Arteor RJ45	1A09	1	1A09	BELDEN 7965ENH	A09	9,3
1	A	10			Arteor RJ45	1A10	1	1A10	BELDEN 7965ENH	A10	9,3
1	A	11			Arteor RJ45	1A11	1	1A11	BELDEN 7965ENH	A11	9,3
1	A	12			Arteor RJ45	1A12	1	1A12	BELDEN 7965ENH	A12	9,3
1	A	13			Arteor RJ45	1A13	1	1A13	BELDEN 7965ENH	A13	9,3
1	A	14			Arteor RJ45	1A14	1	1A14	BELDEN 7965ENH	A14	9,3
1	A	15			Arteor RJ45	1A15	1	1A15	BELDEN 7965ENH	A15	9,3
1	A	16			Arteor RJ45	1A16	1	1A16	BELDEN 7965ENH	A16	9,3

1	A	17			ABB TANGO	1A17-18	1	1A17	BELDEN 7965ENH	A17	13,8
1	A	18					2	1A18	BELDEN 7965ENH	A18	13,8
1	A	19			ABB TANGO	1A19-20	1	1A19	BELDEN 7965ENH	A19	11,4
1	A	20					2	1A20	BELDEN 7965ENH	A20	11,4
1	A	21	231-01	Chodba	ABB TANGO	1A21-22	1	1A21	BELDEN 7965ENH	A21	9,5
1	A	22					2	1A22	BELDEN 7965ENH	A22	9,5
1	A	23	231-18	Kancelář	ABB TANGO	1A23-24	1	1A23	BELDEN 7965ENH	A23	13,9
1	A	24					2	1A24	BELDEN 7965ENH	A24	13,9
1	B	1			ABB TANGO	1B01-02	1	1B01	BELDEN 7965ENH	B01	13,9
1	B	2					2	1B02	BELDEN 7965ENH	B02	13,9
1	B	3			ABB TANGO	1B03-04	1	1B03	BELDEN 7965ENH	B03	13,4
1	B	4					2	1B04	BELDEN 7965ENH	B04	13,4
1	B	5	231-01	Chodba	ABB TANGO	1B05-06	1	1B05	BELDEN 7965ENH	B05	13,3
1	B	6					2	1B06	BELDEN 7965ENH	B06	13,3
1	B	7	231-12	Kancelář	ABB TANGO	1B07-08	1	1B07	BELDEN 7965ENH	B07	18,3
1	B	8					2	1B08	BELDEN 7965ENH	B08	18,3
1	B	9			ABB TANGO	1B09-10	1	1B09	BELDEN 7965ENH	B09	17,6
1	B	10					2	1B10	BELDEN 7965ENH	B10	17,6
1	B	11			ABB TANGO	1B11-12	1	1B11	BELDEN 7965ENH	B11	17,1
1	B	12					2	1B12	BELDEN 7965ENH	B12	17,1
1	B	13	231-01	Chodba	ABB TANGO	1B13-14	1	1B13	BELDEN 7965ENH	B13	17,5
1	B	14					2	1B14	BELDEN 7965ENH	B14	17,5
1	B	15	231-13	Kancelář	ABB TANGO	1B15-16	1	1B15	BELDEN 7965ENH	B15	21,8
1	B	16					2	1B16	BELDEN 7965ENH	B16	21,8
1	B	17			ABB TANGO	1B17-18	1	1B17	BELDEN 7965ENH	B17	21,8
1	B	18					2	1B18	BELDEN 7965ENH	B18	21,8
1	B	19			ABB TANGO	1B19-20	1	1B19	BELDEN 7965ENH	B19	21,0
1	B	20					2	1B20	BELDEN 7965ENH	B20	21,0
1	B	21	231-01	Chodba	ABB TANGO	1B21-22	1	1B21	BELDEN 7965ENH	B21	22,4
1	B	22					2	1B22	BELDEN 7965ENH	B22	22,4
1	B	23	231-22	Kancelář	ABB TANGO	1B23-24	1	1B23	BELDEN 7965ENH	B23	27,0
1	B	24					2	1B24	BELDEN 7965ENH	B24	27,0
1	C	1			ABB TANGO	1C01-02	1	1C01	BELDEN 7965ENH	C01	26,7
1	C	2					2	1C02	BELDEN 7965ENH	C02	26,7
1	C	3			ABB TANGO	1C03-04	1	1C03	BELDEN 7965ENH	C03	26,4
1	C	4					2	1C04	BELDEN 7965ENH	C04	26,4
1	C	5	231-20	Technické oddělení	Arteor RJ45	1C05	1	1C05	BELDEN 7965ENH	C05	28,9
1	C	6			Arteor RJ45	1C06	2	1C06	BELDEN 7965ENH	C06	28,9
1	C	7			Arteor RJ45	1C07	1	1C07	BELDEN 7965ENH	C07	28,9
1	C	8			Arteor RJ45	1C08	2	1C08	BELDEN 7965ENH	C08	28,9
1	C	9			Arteor RJ45	1C09	1	1C09	BELDEN 7965ENH	C09	28,9
1	C	10			Arteor RJ45	1C10	2	1C10	BELDEN 7965ENH	C10	28,9
1	C	11			Arteor RJ45	1C11	1	1C11	BELDEN 7965ENH	C11	28,9
1	C	12			Arteor RJ45	1C12	1	1C12	BELDEN 7965ENH	C12	28,9
1	C	13			ABB TANGO	1C13-14	1	1C13	BELDEN 7965ENH	C13	32,2

1	C	14					2	1C14	BELDEN 7965ENH	C14	32,2
1	C	15			Arteor RJ45	1C15	1	1C15	BELDEN 7965ENH	C15	31,3
1	C	16			Arteor RJ45	1C16	1	1C16	BELDEN 7965ENH	C16	31,3
1	C	17			Arteor RJ45	1C17	1	1C17	BELDEN 7965ENH	C17	31,3
1	C	18			Arteor RJ45	1C18	1	1C18	BELDEN 7965ENH	C18	31,3
1	C	19			Arteor RJ45	1C19	1	1C19	BELDEN 7965ENH	C19	31,3
1	C	20			Arteor RJ45	1C20	1	1C20	BELDEN 7965ENH	C20	31,3
1	C	21			Arteor RJ45	1C21	1	1C21	BELDEN 7965ENH	C21	31,3
1	C	22			Arteor RJ45	1C22	1	1C22	BELDEN 7965ENH	C22	31,3
1	C	23			ABB TANGO	1C23-24	1	1C23	BELDEN 7965ENH	C23	33,7
1	C	24					2	1C24	BELDEN 7965ENH	C24	33,7
1	D	1	231-17	Kancelář	ABB TANGO	1D01-02	1	1D01	BELDEN 7965ENH	D01	17,5
1	D	2					2	1D02	BELDEN 7965ENH	D02	17,5
1	D	3			ABB TANGO	1D03-04	1	1D03	BELDEN 7965ENH	D03	20,1
1	D	4					2	1D04	BELDEN 7965ENH	D04	20,1
1	D	5			ABB TANGO	1D05-06	1	1D05	BELDEN 7965ENH	D05	19,9
1	D	6					2	1D06	BELDEN 7965ENH	D06	19,9
1	D	7	231-01	Chodba	ABB TANGO	1D07-08	1	1D07	BELDEN 7965ENH	D07	12,2
1	D	8					2	1D08	BELDEN 7965ENH	D08	12,2
1	D	9	231-24	Kancelář	ABB TANGO	1D09-10	1	1D09	BELDEN 7965ENH	D09	15,9
1	D	10					2	1D10	BELDEN 7965ENH	D10	15,9
1	D	11			ABB TANGO	1D11-12	1	1D11	BELDEN 7965ENH	D11	16,2
1	D	12					2	1D12	BELDEN 7965ENH	D12	16,2
1	D	13			ABB TANGO	1D13-14	1	1D13	BELDEN 7965ENH	D13	15,9
1	D	14					2	1D14	BELDEN 7965ENH	D14	15,9
1	D	15	231-21	Recepce	Arteor RJ45	1D15	1	1D15	BELDEN 7965ENH	D15	12,8
1	D	16			Arteor RJ45	1D16	1	1D16	BELDEN 7965ENH	D16	12,8
1	D	17			Arteor RJ45	1D17	1	1D17	BELDEN 7965ENH	D17	12,8
1	D	18			Arteor RJ45	1D18	1	1D18	BELDEN 7965ENH	D18	12,8
1	D	19	231-21	Recepce	ABB TANGO	1D19-20	1	1D19	BELDEN 7965ENH	D19	13,1
1	D	20					2	1D20	BELDEN 7965ENH	D20	13,1
1	D	21	231-25	Zasedací místnost	Arteor RJ45	1D21	1	1D21	BELDEN 7965ENH	D21	16,6
1	D	22			Arteor RJ45	1D22	1	1D22	BELDEN 7965ENH	D22	16,6
1	D	23			Arteor RJ45	1D23	1	1D23	BELDEN 7965ENH	D23	16,6
1	D	24			Arteor RJ45	1D24	1	1D24	BELDEN 7965ENH	D24	16,6
1	E	1			Arteor RJ45	1E01	1	1E01	BELDEN 7965ENH	E01	16,6
1	E	2			Arteor RJ45	1E02	1	1E02	BELDEN 7965ENH	E02	16,6
1	E	3			Arteor RJ45	1E03	1	1E03	BELDEN 7965ENH	E03	16,6
1	E	4			Arteor RJ45	1E04	1	1E04	BELDEN 7965ENH	E04	16,6
1	E	5	231-23	Malá zasedací místnost	ABB TANGO	1E05-06	1	1E05	BELDEN 7965ENH	E05	17,9
1	E	6					2	1E06	BELDEN 7965ENH	E06	17,9
1	E	7			ABB TANGO	1E07-08	1	1E07	BELDEN 7965ENH	E07	21,4
1	E	8					2	1E08	BELDEN 7965ENH	E08	21,4
1	E	9	231-15	Konferenční místnost	Arteor RJ45	1E09	1	1E09	BELDEN 7965ENH	E09	24,4
1	E	10			Arteor RJ45	1E10	1	1E10	BELDEN 7965ENH	E10	24,4

1	E	11			Arteor RJ45	1E11	1	1E11	BELDEN 7965ENH	E11	24,4
1	E	12			Arteor RJ45	1E12	1	1E12	BELDEN 7965ENH	E12	24,4
1	E	13			Arteor RJ45	1E13	1	1E13	BELDEN 7965ENH	E13	24,4
1	E	14			Arteor RJ45	1E14	1	1E14	BELDEN 7965ENH	E14	24,4
1	E	15			Arteor RJ45	1E15	1	1E15	BELDEN 7965ENH	E15	24,4
1	E	16			Arteor RJ45	1E16	1	1E16	BELDEN 7965ENH	E16	24,4
1	E	17			Arteor RJ45	1E17	1	1E17	BELDEN 7965ENH	E17	25,4
1	E	18			Arteor RJ45	1E18	1	1E18	BELDEN 7965ENH	E18	25,4
1	E	19			Arteor RJ45	1E19	1	1E19	BELDEN 7965ENH	E19	25,4
1	E	20			Arteor RJ45	1E20	1	1E20	BELDEN 7965ENH	E20	25,4
1	E	21			Arteor RJ45	1E21	1	1E21	BELDEN 7965ENH	E21	25,4
1	E	22			Arteor RJ45	1E22	1	1E22	BELDEN 7965ENH	E22	25,4
1	E	23			Arteor RJ45	1E23	1	1E23	BELDEN 7965ENH	E23	25,4
1	E	24			Arteor RJ45	1E24	1	1E24	BELDEN 7965ENH	E24	25,4
1	F	1	231-16b	Hacker room	ABB TANGO	1F01-02	1	1F01	BELDEN 7965ENH	F01	29,4
1	F	2					2	1F02	BELDEN 7965ENH	F02	29,4
1	F	3			ABB TANGO	1F03-04	1	1F03	BELDEN 7965ENH	F03	30,4
1	F	4					2	1F04	BELDEN 7965ENH	F04	30,4
1	F	5			ABB TANGO	1F05-06	1	1F05	BELDEN 7965ENH	F05	31,4
1	F	6					2	1F06	BELDEN 7965ENH	F06	31,4
1	F	7			ABB TANGO	1F07-08	1	1F07	BELDEN 7965ENH	F07	32,4
1	F	8					2	1F08	BELDEN 7965ENH	F08	32,4
1	F	9	231-14	Školící místnost	ABB TANGO	1F09-10	1	1F09	BELDEN 7965ENH	F09	38,0
1	F	10					2	1F10	BELDEN 7965ENH	F10	38,0
1	F	11			ABB TANGO	1F11-12	1	1F11	BELDEN 7965ENH	F11	39,5
1	F	12					2	1F12	BELDEN 7965ENH	F12	39,5
1	F	13			ABB TANGO	1F13-14	1	1F13	BELDEN 7965ENH	F13	41,0
1	F	14					2	1F14	BELDEN 7965ENH	F14	41,0
1	F	15			ABB TANGO	1F15-16	1	1F15	BELDEN 7965ENH	F15	39,7
1	F	16					2	1F16	BELDEN 7965ENH	F16	39,7
1	F	17			ABB TANGO	1F17-18	1	1F17	BELDEN 7965ENH	F17	38,2
1	F	18					2	1F18	BELDEN 7965ENH	F18	38,2
1	F	19			ABB TANGO	1F19-20	1	1F19	BELDEN 7965ENH	F19	36,7
1	F	20					2	1F20	BELDEN 7965ENH	F20	36,7
1	F	21			ABB TANGO	1F21-22	1	1F21	BELDEN 7965ENH	F21	37,2
1	F	22					2	1F22	BELDEN 7965ENH	F22	37,2
1	F	23			ABB TANGO	1F23-24	1	1F23	BELDEN 7965ENH	F23	37,7
1	F	24					2	1F24	BELDEN 7965ENH	F24	37,7
1	G	1	231-23	Malá zasedací místnost	ABB TANGO	1G01-02	1	1G01	BELDEN 7965ENH	G01	24,4
1	G	2					2	1G02	BELDEN 7965ENH	G02	24,4
1	G	3	231-14	Školící místnost	ABB TANGO	1G03-04	1	1G03	BELDEN 7965ENH	G03	30,6
1	G	4					2	1G04	BELDEN 7965ENH	G04	30,6
2	A	1	231-10	Technické oddělení	Arteor RJ45	2A01	1	2A01	BELDEN 7965ENH	A01	14,2
2	A	2			Arteor RJ45	2A02	1	2A02	BELDEN 7965ENH	A02	14,2

2	A	3		Arteor RJ45	2A03	1	2A03	BELDEN 7965ENH	A03	14,2
2	A	4		Arteor RJ45	2A04	1	2A04	BELDEN 7965ENH	A04	14,2
2	A	5		Arteor RJ45	2A05	1	2A05	BELDEN 7965ENH	A05	14,2
2	A	6		Arteor RJ45	2A06	1	2A06	BELDEN 7965ENH	A06	14,2
2	A	7		Arteor RJ45	2A07	1	2A07	BELDEN 7965ENH	A07	14,2
2	A	8		Arteor RJ45	2A08	1	2A08	BELDEN 7965ENH	A08	14,2

Příloha 3 Kompletní celkové náklady

Název	MJ	množství	Jednotková cena	Cena Celkem
BELDEN 7965ENH	m	3444	9,00 Kč	30 996,00 Kč
BELDEN 1868ENH	m	468	27,00 Kč	12 636,00 Kč
BELDEN C601106007	ks	156	270,00 Kč	42 120,00 Kč
Konektor RJ45 PremiumCord	ks	312	2,00 Kč	624,00 Kč
Snag-proof ochrana	ks	312	3,00 Kč	936,00 Kč
RJ45 socket Arteor cat5e	ks	56	470,00 Kč	26 320,00 Kč
Support kits for standard floor boxes vertikální sockety, 16 modulů	ks	14	680,00 Kč	9 520,00 Kč
Electrical insulation kits for raised floor - for 16 module kits	ks	14	580,00 Kč	8 120,00 Kč
Finishing plate for metal lids and trims for standard floor boxes - 16/24	ks	14	3 900,00 Kč	54 600,00 Kč
Metal lid and trim for standard version floor boxes 16/24 modules	ks	14	1 500,00 Kč	21 000,00 Kč
Tango ABB	ks	44	160,00 Kč	7 040,00 Kč
Záslepka RJ45	ks	20	60,00 Kč	1 200,00 Kč
Patch panel Solarix 19"	ks	10	1 200,00 Kč	12 000,00 Kč
Rozvaděč RMA 600x1000	ks	3	12 200,00 Kč	36 600,00 Kč
TRITRON RAB-PD-X03-A1	ks	6	780,00 Kč	4 680,00 Kč
UPS LEGRAND	ks	5	2 800,00 Kč	14 000,00 Kč
Vertik. Organizér	ks	6	1 500,00 Kč	9 000,00 Kč
Horiz. Odrorganizér	ks	5	400,00 Kč	2 000,00 Kč
Chráníčka antistatická antibakteriální bezhalogenová	m	15	40,00 Kč	600,00 Kč
Arkys ARK-211240	ks	202	210,00 Kč	42 420,00 Kč
Páska na principu suchého zipu	ks	500	100,00 Kč	50 000,00 Kč
Náklady na instalaci a měření	X	X	X	128 675,20 Kč
Náklady na návrh projektu	X	X	X	25 754,36 Kč
Celková cena	X	X	X	540 841,56 Kč
Celková cena zaokrouhlená	X	X	X	541 000,00 Kč