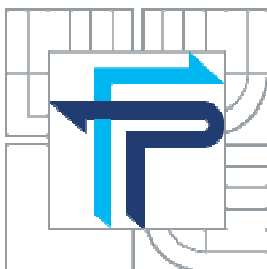


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

REKONSTRUKCE POČÍTAČOVÉ SÍTĚ KANCELÁŘSKÉHO OBJEKTU

RENOVATION OF A COMPUTER NETWORK IN AN OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR ŠEBRLE

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Šebrle Petr

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:

Rekonstrukce počítačové sítě kancelářského objektu

v anglickém jazyce:

Renovation of a Computer Network in an Office Building

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska řešení

Návrh řešení

Zhodnocení a závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

- BIGELOW, S. J. Mistrovství v počítačových sítích. Správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. Brno: Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50173-1-ed.3. Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Třídící znak 36 7253.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50174-2 ed2. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 60 s. Třídící znak 369071.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50174-1 ed2. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 48 s. Třídící znak 369071.
- PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2. aktualizované vydání: Brno: Computer Press, 2006. 430s. ISBN 80-251-1278-0.
- TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vydání. 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 2012/2013.

L.S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
Ředitel ústavu

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

V Brně, dne 03.05.2013

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu počítačové sítě ve společnosti Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. Následně byl vypracován návrh nové sítě dle požadavků investora.

V práci jsou popsána teoretická východiska řešení, která jsou využita při návrhu počítačové sítě využívající technologii Ethernet 1Gb/s s využitím kabelů z kroucených párů tak, aby splňovala požadavky investora.

V závěru práce je proveden výčet použitých materiálů a odhad ceny provedení.

Abstract

This Bachelor thesis analysis the current state of computer network in Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. company. Subsequently, a new project for company's network has been elaborated based on investor's request.

The thesis discusses theoretical premises of solutions which are proposed in the project of the network using the Ethernet 1Gb/s technology with twisted pair cables in the way that satisfies investor's requests.

The conclusion offers a calculation of the cost of material needed, and price estimation of the implementation of the solution.

Klíčová slova

počítačová síť, strukturovaná kabeláž, přenosová média, přenos informací, síť LAN, kabel z kroucených párů

Keywords

computer network, structured cabling, transmission media, transfer of information, LAN networks, twisted pair cable

Bibliografická citace

ŠEBRLE, P. *Rekonstrukce počítačové sítě kancelářského objektu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 53 s. Vedoucí bakalářské práce
Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů 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 30.5.2013

.....

Petr Šebrle

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za jeho cenné rady a připomínky. Také chci poděkovat pracovníkům firmy Veselý Přemysl, s.r.o. za poskytnutí informací potřebných pro realizaci této práce.

Obsah

Úvod.....	11
Vymezení problému a cíl práce	12
1 Analýza současného stavu	13
1.1 Profil společnosti	13
1.2 Analýza budov	13
1.3 Popis jednotlivých pater a analýza sítě	15
1.3.1 První nadzemní podlaží	15
1.3.2 Druhé nadzemní podlaží	15
1.3.3 Třetí nadzemní podlaží	16
1.3.4 Osobní počítače	16
2 Teoretická východiska řešení	18
2.1 Referenční model ISO/OSI	18
2.2 Aktivní prvky kabeláže	19
2.3 Fyzická vrstva	20
2.4 Linková vrstva	20
2.4.1 Typy počítačových sítí podle rozlehlosti.....	20
2.4.2 Fyzická topologie sítí	20
2.4.3 Přenosová média.....	22
2.5 Standardy síťového hardware	27
2.5.1 Ethernet pro rychlost 10 Mb/s	27
2.5.2 Ethernet pro rychlost 100 Mb/s	28
2.5.3 Gigabitový ethernet	28
2.6 Strukturovaná kabeláž.....	28
2.6.1 Páteřní rozvody.....	30
2.6.2 Horizontální rozvody	30
2.6.3 Rozvody pracovní sekce.....	31
2.6.4 Součásti kabelážního systému	32
2.6.5 Normy týkající se strukturované kabeláže	34
3 Návrh řešení.....	35
3.1 Požadavky investora	35
3.2 Návrh počtu a umístění přípojných míst.....	35

3.3	Návrh technologie	36
3.4	Návrh komponent podle kategorie	37
3.4.1	Kabeláž	37
3.4.1.1	Vedení kabeláže	37
	Parapetní kanály	37
	Kabelové žlaby	38
	Kabelové lišty	38
3.4.2	Modul do zásuvek a patch panelů	38
3.4.3	Zásuvky	39
3.4.4	Datový rozvaděč - osazení	39
3.4.5	Patch panely - osazení	41
3.5	Návrh tras	41
3.5.1	První nadzemní podlaží	41
3.5.2	Druhé nadzemní podlaží	41
3.5.3	Třetí nadzemní podlaží	42
3.6	Návrh značení	42
3.7	Aktivní prvky	42
3.8	Rozpočet rekonstrukce	43
3.9	Ekonomický přínos	44
	Zhodnocení a závěr	45
	Seznam zkratk	46
	Seznam použitých tabulek a obrázků	47
	Seznam použité literatury	49
	Seznam příloh	53

Úvod

Schopnost komunikace mezi počítači prostřednictvím sítí otevírá velké možnosti pro spolupráci. V současné době jsou sítě jedním ze základů práce všech typů společností a setkáváme se s nimi i v domácím prostředí s několika počítači.

Základním předpokladem sítí je propojení dvou nebo více počítačů za účelem sdílení souborů, prostředků i aplikací. Kromě sdílení informací mají ale sítě i další výhody, jako je například úschova a ochrana těchto dat. Někteří uživatelé neprovádějí pravidelně zálohy, případně je nevytvářejí vůbec. Dojde-li ke ztrátě místních informací, lze je rychle najít a obnovit z centralizované základny. Funkce zabezpečení přítomná v síti brání vstupu uživatelů s neoprávněným přístupem. Každý uživatel počítačové sítě má svoje jméno a heslo, které povoluje přístup zpravidla pouze k omezenému množství dat. Síť může být řízena a sledována z centrálního místa správcem sítě.

Sítě jsou také ideálním médiem pro komunikaci mezi uživateli. Šetří čas a omezuje prodlevy související s korespondencí mezi jednotlivými odděleními. Výhodou je také sdílení hardwarových prostředků. Na několik počítačů pak stačí jedna tiskárna, scanner, disk pro ukládání dat a podobně.

Pokud je síť navržena a vybudována optimálně pro potřeby uživatelů, vrátí se brzy vložené úsilí i finanční částka. Nízká jakost služeb z důvodu nedostatku plánování, použití nevhodných součástí, nesprávné instalace, špatné správy nebo neadekvátní podpory může ohrozit efektivitu organizace.

Vymezení problému a cíl práce

Cílem práce je navrhnout rekonstrukci sítě v třípatrové budově společnosti Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. Návrh musí splňovat požadavky, které zadavatel stanovil.

Úvodní část bude věnována představení společnosti a analýze současné provizorní sítě a používaných zařízení.

Teoretická kapitola bude věnována řešerši z dané problematiky a teoretickým východiskům řešení, která použiji v praktické části.

V praktické části vypracuji návrh počítačové sítě, který bude sloužit jako podklad pro zadání projektu společnosti, která se zabývá realizací podobných projektů na profesionální úrovni. Na závěr zhodnotím finanční stránku projektu, která bude dále rozhodovacím kritériem na základě kterého se majitel podniku rozhodne, zda-li jej bude realizovat.

1 Analýza současného stavu

1.1 Profil společnosti

Společnost s obchodním názvem Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. je stavebně obchodní společnost, která byla založena v roce 1991 skupinou pracovníků bývalých Vodohospodářských staveb Brno s.p. Nejdříve jako fyzická osoba Přemysl Veselý a od roku 1997 jako společnost s ručením omezeným. Společnost se specializuje především na výstavbu, rekonstrukce a opravy komunikací a inženýrských sítí. V posledních letech společnost investovala značné finanční prostředky do modernizace a nákupu nových strojů a zařízení, což ji umožnilo rozšířit svůj výrobní program i na objekty průmyslového a pozemního stavitelství, jako jsou čistírny odpadních vod, výrobní haly, čerpací stanice, rodinné i bytové domy a terénní úpravy jejich okolí.

Velká pozornost je v poslední době věnována výstavbám parků, sportovních a dětských hřišť, požárních nádrží, rekultivacím skládek odpadů a dalším ekologickým stavbám.

Mezi tradiční investory společnosti patří Brněnské vodárny a kanalizace a.s., Brněnské komunikace a.s. a v neposlední řadě město Brno samotné.

Společnost se může prezentovat například rekonstrukcí Moravského náměstí a Náměstí Svobody, výstavbou pavilonu P na Brněnských veletrzích, nového odbavovacího terminálu Letiště Brno, Nového Semilassa a nebo i administrativních budov na ulici Pražákova, ve kterých společnost sídlí.

V minulém roce si společnost na svůj účet připsala další úspěch tím, že se umístila v deseti nejlépe hodnocených firmách v kategorii malá a střední firma podle Regionální hospodářské komory Brno.

1.2 Analýza budov

Budovy firmy Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. se nachází na ulici Pražákova 60 v Brně. Jedná se o pěti podlažní kancelářskou budovu, kterou firma z části pronajímá, a vedlejší tří podlažní budovu se zázemím pro technické pracovníky.



Obrázek 1: Sídlo společnosti

Budovy byly dokončeny v roce 2010, kdy se firma přestěhovala z dosavadních dvou sídel na ulicích Špitálka a Bzenecká.

Ve vyšší pěti podlažní budově se nacházejí převážně kancelářské prostory. V prvním podzemním podlaží je také serverovna, která bude dále v práci zmíněna. V této budově byla počítačová síť připravena profesionály v rámci zakázky vypsané při výstavbě budovy a je v souladu s platnými normami a tudíž se jí již dále nebudeme zabývat.

Menší třípodlažní budova, ve které se nacházejí především sklady, dílny, kanceláře technických vedoucích a místností sloužících k přechodnému ubytování pracovníků, byla vybavena počítačovou sítí jen provizorně. Tato budova byla vystavěna jako první a ke spojení se středisky na ulicích Špitálka a Bzenecká bylo využíváno ADSL připojení. Taktéž byly k síti připojeny počítače pouze ve osmi místnostech a to za použití tří 4 portových switchů. Při výstavbě nynější sítě byly použity především síťové komponenty z předešlých lokací podniku a již předem se počítalo s tím, že po vyčlenění určitých místností na sklady, bude nynější síť odstraněna a nahrazena sítí dle platných norem.

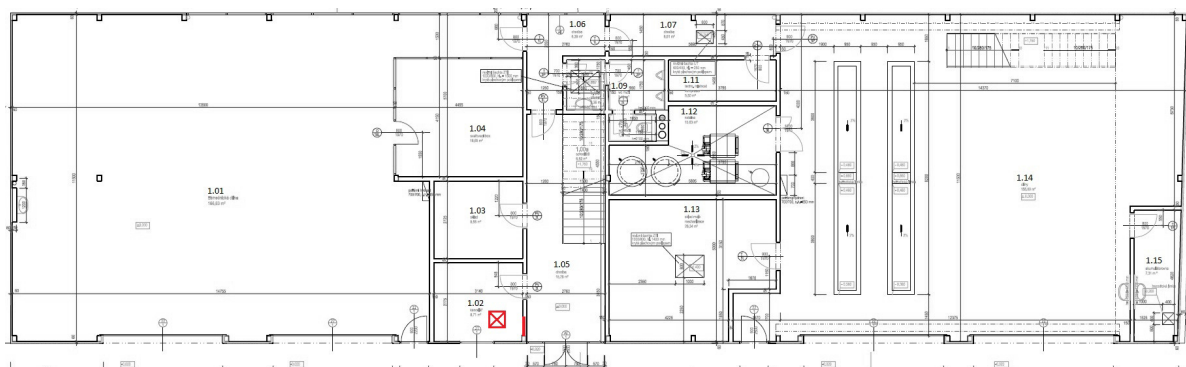
1.3 Popis jednotlivých pater a analýza sítě

1.3.1 První nadzemní podlaží

Na prvním nadzemním podlaží může nalézt dílny, které zabírají více jak dvě třetiny plochy, dále sklady, kotelnu, svařovací box, akumulátorovnu, jednu kancelář a sociální zařízení pro zaměstnance. Nachází se zde také vchod do tunelu, který objekt propojuje s vedlejší budovou. Počítačová síť zde nemá žádnou zásuvku.

Červeně je pak v podlaze místnosti 1.02 vyznačen vstup do tunelu, který spojuje obě budovy a místo pro vertikální rozvody.

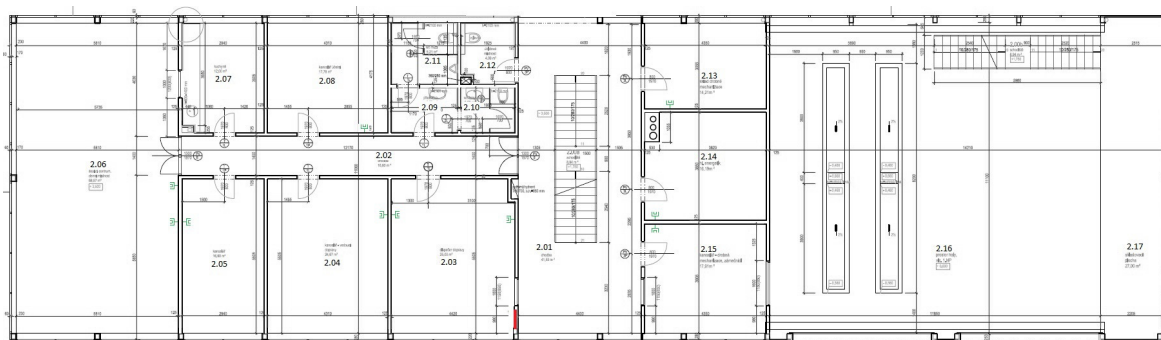
Momentálně je v místnosti ADSL modem, který slouží jako záložní připojení k internetu. Dále se zde nachází rozvaděč o velikosti 27U, který je osazený jedním patch panelem 1U a 48 portovým switchem Cisco Catalyst 2960. Vše bylo přestěhováno z předchozích působišť podniku. Budovy byly dočasně propojeny kroucenou dvojlinkou, umístěnou ve výše zmíněném tunelu.



Obrázek 2: Půdorys prvního nadzemního podlaží

1.3.2 Druhé nadzemní podlaží

Zde se nachází většina kancelářských prostor tohoto objektu a školící místnost. Ta disponuje dvěma datovými zásuvkami, které nejsou pro občasná školení dostačující. Proto se v případě potřeby využívá switch s wifi routerem. Kanceláře 2.04, 2.05, 2.08, 2.13, 2.14 a 2.15 jsou vybaveny jednou dvojjádrnou zásuvkou a kancelář 2.03 má dvojjádrnou zásuvku dvě. Ve všech těchto místnostech není počet zásuvek dostatečný. UTP kabely jsou na podlaží dovedeny šachtou pro horizontální vedení a dále rozvedeny v podlaze a nástěnnými lištami. Zakončeny jsou síťovými zásuvkami na omítku.

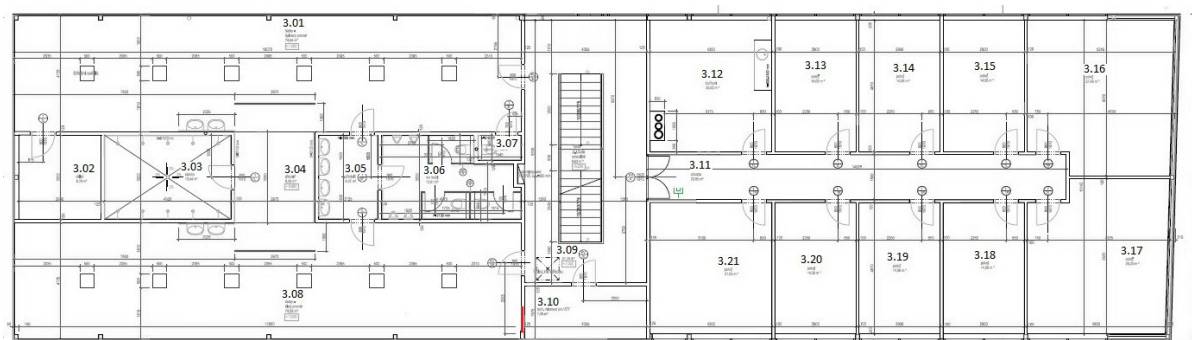


Obrázek 3: Půdorys druhého nadzemního podlaží

1.3.3 Třetí nadzemní podlaží

Polovinu třetího nadzemního patra tvoří sprchy se šatnami a na druhé polovině lze nalézt pokoje pro sezónní pracovníky.

Zde můžeme nalézt pouze jednu síťovou zásuvku a to v chodbě 3.11, která se využívá k připojení wifi routeru.



Obrázek 4: Půdorys třetího nadzemního podlaží

1.3.4 Osobní počítače

Jedná se především o novější modely stolních počítačů a notebooků různých značek a parametrů. Počítače jsou nakupovány postupně dle potřeby, takže zde není mnoho modelů zastoupeno vícekrát.

Hardware

Notebooky jsou ve většině případů vybaveny procesorem Intel Core i5 o taktu 2,5 GHz, 4-8 GB RAM a 300GB HDD.

Pracovní stanice jsou nejčastěji osazeny procesorem Intel Core i3 o taktu 3,3 GHz, 4GB RAM, 500GB HDD. Starší stanice pak mají konfiguraci: Intel

Celeron Core 2,2 GHz, 2GB RAM, 120 GB HDD. Ty jsou však postupně nahrazovány a vyřazené stanice jsou přesouvány na třetí patro k osobnímu použití.

Jako příslušenství jsou pak 17 palcové LCD monitory, které mají rozlišení 1280x1024.

Software

Téměř všechny notebooky mají Windows 7, pracovní stanice pak Windows XP. Počítače jsou chráněny softwarem AVG Internet Security. Jako účetní software se v podniku používá Faust, který byl navržený na zakázku. Na tvorbu rozpočtů, kalkulaci stavebních prací a sledování stavebních zakázek se využívá Kros od společnosti ÚRS Praha a.s. a BUILDpower od společnosti RTS.

2 Teoretická východiska řešení

Tato kapitola je věnována teoretickým východiskům řešení. Shrnuji zde znalosti nabyté v této oblasti, které využiji pro návrhu počítačové sítě.

2.1 Referenční model ISO/OSI

Tento model, známý pod zkratkou OSI (Open Systems Interconnection), je nejčastěji používaný k popisu síťových technologií a zařízení. Je důležitý zejména pro výrobce síťových komponent, umožňuje pochopit principy práce síťových prvků a patří k základům terminologií sítí. Organizace International Standards Organization (ISO) jej definovala v roce 1983 a rok později byl přijat za mezinárodní normu ISO 7498. Rozděluje síťovou komunikaci do sedmi různých vrstev a zavádí používání těchto vrstev v procesu výměny dat (Dostálek, 2008, s.3).

Princip spočívá v tom, že vyšší vrstva převezme úkol od podřízené vrstvy, zpracuje jej a předá vrstvě nadřazené. Model ISO/OSI doporučuje, jak mají vrstvy spolupracovat horizontálně (Horák a Keršláger, 2001, s. 9).

Tabulka č.1: ISO/OSI Model (Horák a Keršláger, 2001, s. 9-10)

	Jednotka dat	Vrstva	Funkce
Host layers	Data	7. Aplikační	Určitá aplikace zpřístupňující uživatelům síťové služby. Např. vzdálený přístup k tiskárnám, sdílení souborů, správa sítě...
		6. Prezentační	Vrstva zabezpečuje konverzi dat. Zajišťuje sjednocení formy vzájemně přenášených údajů. Vrstva data komprimuje, popř. šifruje. V praxi často splývá s relační vrstvou.
		5. Relační	Navazuje a po skončení přenosu ukončuje spojení. Může také provádět ověřování uživatelů a zabezpečení přístupu k zařízením.
Media layers	Segmenty	4. Transportní	Vrstva dělí přenášené zprávy na packety a přijaté packety skládá do zpráv.
	Packet/Datagram	3. Síťová	Je zodpovědná za spojení a směrování mezi dvěma počítači, zajišťuje volbu trasy při spojení.
	Rámec	2. Linková	Uskutečňuje přenos údajů po fyzickém médiu, pracuje s fyzickými adresami síťových karet, odesílá a přijímá rámce...
	Bit	1. Fyzická	Popisuje elektrické (či optické), mechanické a funkční vlastnosti: jakým signálem je reprezentována logická jednička, jak přijímací stanice pozná začátek bitu, k čemu je který vodič v kabelu použit...

ISO/OSI model dává přehled o tom, co vše je třeba zajistit pro úspěšnou komunikaci v síti. Už první tři vrstvy bezprostředně zajišťují komunikaci. Část z nich je integrovaná do elektroniky síťové karty. Ale výběr trasy, kontrola správnosti packetů nebo kudy má packet projít, musí provádět další prvky vložené do kabeláže. Tyto prvky se nazývají aktivní, protože aktivně ovlivňují dění v síti. Pasivní prvky, např. kabely se na přenosu dat aktivně nepodílejí.

2.2 Aktivní prvky kabeláže

- zesilovač, opakovač (repeater) - zesiluje jím procházející signál. Používá se tam, kde by byl kabel tak dlouhý, že na jeho konci by byl již nedostatečně silný signál

- převodník (media konvertor) - signál zároveň zesiluje, ale také jej ještě převádí z jednoho typu kabelu na jiný
- rozbočovač, koncentrátor (hub) - základní funkcí je větvení sítě, umí také zesilovat a převádět signál
- most (bridge) - kromě filtrace packetů, která snižuje zatěžování sítě, dokáže propojit dvě sítě různých standardů. Pracuje v linkové vrstvě ISO/OSI
- přepínač (switch) - provádí filtraci packetů mezi jednotlivými zdírkami (Pužmanová,2006,s.309)
- směrovač (router) - pracuje na úrovni síťové vrstvy ISO/OSI. Shromažďuje informace o připojených sítích a poté vybírá nejvhodnější cestu pro packet. (Pužmanová,2006,s.309)
- brána (gateway) - pracuje na aplikační úrovni ISO/OSI. Slouží k připojování sítí LAN na cizí prostředí (Bigelow,2004,s.55-57)

2.3 Fyzická vrstva

Leží na nejnižší vrstvě modelu ISO/OSI a je zodpovědná za přenášení informací formou bitů z jednoho místa na druhé (Dostálek, 2008).

2.4 Linková vrstva

2.4.1 Typy počítačových sítí podle rozlehlosti

Sítě LAN – lokálně omezená síť, obvykle v rámci jedné budovy

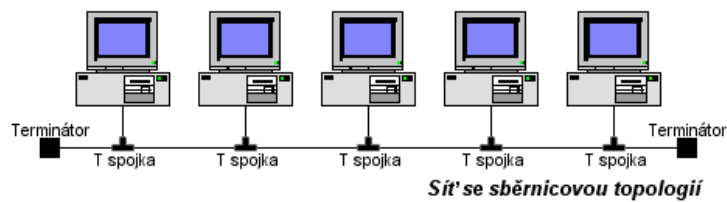
Sítě MAN – Metropolitní síť, rozsahem velikosti do jednoho amerického města (přibližně 75 km)

Sítě WAN – propojují velmi vzdálené sítě, nejznámějším představitelem takové sítě je Internet. (Horák a Keršláger, 2001, s.1,2)

2.4.2 Fyzická topologie sítí

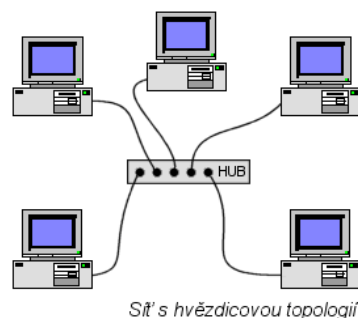
Topologie je způsob, jak jsou jednotlivé stanice v síti propojeny. Určuje výsledné vlastnosti sítě a úzce souvisí s kabeláží.

- Sběrníková – ke spojení stanic je použito průběžné vedení, k němuž se stanice připojují tzv. T-konektory. Vedení je zakončeno terminátory, které zabraňují odrazu signálu. Nevýhodou je velký počet spojů v kabelu, což je příčinou mnoha potíží. Jakékoliv přerušení sběrnice znamená havárii celé sítě. Dalším problémem je obtížná lokalizace poruchy. To spolu s vysokým vytížením sítě přispělo k eliminaci této topologie (Horák a Keršláger, 2001, s.10).



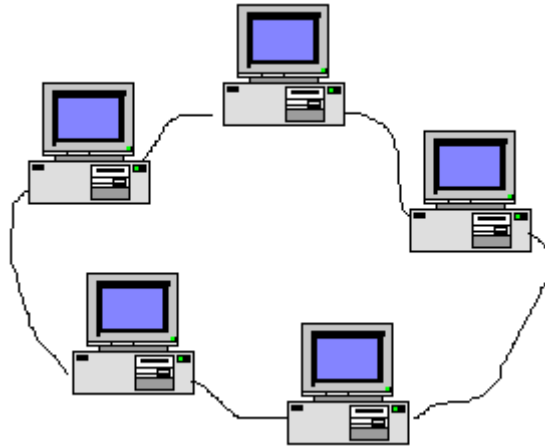
Obrázek 5: Sběrníková topologie sítí (11)

- Hvězdicová – každá stanice je připojena vlastním kabelem a dochází tak ke spojení všech zařízení do jednoho centrálního bodu, kterým prochází veškerá komunikace (Trulove, 2009, s.49). Výhodou je nízká náchylnost k poruše. Také lokalizace poruchy je podstatně jednodušší než u sběrníkové topologie. Porucha jednoho kabelu vyřadí z činnosti pouze zasažený segment. I přes vyšší spotřebu kabelů a nutnosti použít rozbočovače je tato topologie nejpoužívanější metodou propojení v sítích LAN. (Horák a Keršláger, 2001, s. 10)



Obrázek 6: Hvězdicová topologie (11)

- Kruhová – uzly jsou spojeny do cyklické kmenové trasy, což dovoluje postupné předávání zpráv. Uzavřením kruhu řeší záložní trasu v případě poruchy.



Obrázek 7: Kruhová topologie (11)

2.4.3 Přenosová média

Přenosová média se dají rozdělit na metalické a optické kabely. Je velice důležité vybrat správnou variantu, popř. jejich kombinaci, protože druh kabeláže určuje jaké konektory budeme používat, způsob zakončení, vzdálenosti, způsob vedení a typ sítě. (Trulove, 2009, s.87)

Metalická kabeláž

Kabeláž založenou na metalických vodičích lze rozdělit na koaxiální kabel a kroucenou dvojlinku. Koaxiální kabel se již v praxi téměř nevyskytuje a uvádím ho jen z historických důvodů.

Koaxiální kabel

Je nestarším kabelem určeným k propojování počítačových stanic. Nejčastěji se vyskytoval ve dvou provedeních (tzv. tlustý a tenký Ethernet). Obě tyto varianty dosahovaly maximální teoretické rychlosti 10 Mb/s a byly značně náchylné na poruchy. Následně se pro použití na tomto kabelu vyvinuly i jiné druhy sítí. Kvůli špatné manipulaci se dnes od tohoto kabelu ve většině případů opouští.

Symetrický kabel z kroucených párů

Kabel je tvořen čtyřmi twistovanými páry. Každý pár je zakroucený pod jiným stoupáním, což minimalizuje přeslechy.

Stíněné kroucené páry – STP

Používají se jen na místech, kde se vyskytuje rušení přenášeného signálu. Stínění však má zanedbatelný účinek a proto se téměř nevyskytuje. V případě potřeby lze místo STP vodičů využít optických kabelů.

Kabeláž STP je výrazně dražší, musí být uzemněna a je vyžadováno pravidelné měření uzemnění, což výrazně zvyšuje náklady na údržbu. (Trulove, 2009, s.95-96).

Druhy stínění:

STP - kabel je celkově stíněn opletením

FTP - kabel je celkově stíněn folií

ISTP - kabel s individuálně stíněnými páry (páry obvykle stíněny folií, kabel opletením). (Bigelow, 2004, s.232-234)

Nestíněný kroucený pár – UTP

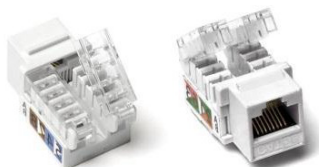
Ve většině případů se používá nestíněný kabel. Jeho velká výhoda je velmi nízká cena a univerzálnost. (Bigelow, 2004, s.231)

Typy vodičů

Kroucené páry se dále dělí podle použitých vodičů na vodič typu drát a lanko. Drát se používá na horizontální kabeláž, lanko na krátké patch kabely, kterými se propojují počítače se zásuvkami nebo patch panely se síťovými prvky. (Ondrák, 2010)

Zakončení metalických párových vodičů

Používají se konektory RJ45. Podle určení se dělí na jack a plug. Pro vodič typu drát volíme konektor jack, pro vodič typu lanko konektor plug. (Ondrák, 2010)



Obrázek 8: Jack (37)

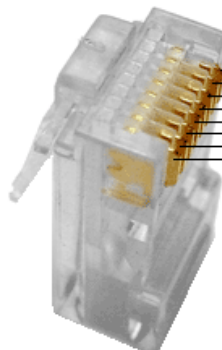
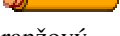
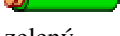
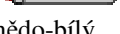
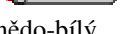
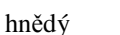
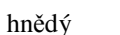


Obrázek 9: Plug (38)

Konektorování kroucené dvojlinky

Doporučené zapojení přímých kabelů je uvedeno v tabulce 2. Pro 10/100Mbps lze potkat i tzv. křížený kabel.

Tabulka č.2: Konektorování kroucené dvojlinky(CSN-EN-50174, s.37)

Identifikace páru	Pin - Možnost A	Pin - Možnost B	Označení pinů na konektoru
Pár 1, vedení a	5  zeleno-bílý	5  oranžovo-bílý	
Pár 1, vedení b	4  zelený	4  oranžový	
Pár 2, vedení a	3  oranžovo-bílý	1  zeleno-bílý	
Pár 2, vedení b	6  modrý	2  modrý	
Pár 3, vedení a	1  modro-bílý	3  modro-bílý	
Pár 3, vedení b	2  oranžový	6  zelený	
Pár 4, vedení a	7  hnědo-bílý	7  hnědo-bílý	
Pár 4, vedení b	8  hnědý	8  hnědý	

Přímé kabely se používají pro propojení počítače se síťovým prvkem, kabely křížené pak k propojení dvou počítačů, popř. k propojení dvou síťových prvků.

Většina současných síťových karet je již vybavena automatickým rozpoznáváním kříženého síťového kabelu.

Optická kabeláž

Přenos dat optickými kabely je založen na jiném principu než je tomu u metalických kabelů. Optická vlákna jsou vyráběna skla nebo z plastu a k šíření signálu se využívají světelné impulzy. Signál tedy není veden po metalickém kabelu a tím proto odpadají problémy s rušením a vodivostí kabelu. Proto může být optický kabel použit k propojení budov.

Rozeznáváme dva základní druhy optických vláken:

Jednovidová optická vlákna – SM

Index lomu světla je mezi jádrem a pláštěm velmi malý. Kabelem prochází jeden paprsek bez lomů a ohybů. Tyto kabely mají lepší optické vlastnosti a tím i vyšší přenosovou rychlost. Jsou však dražší. (Horák a Keršláger, 2001, s.7) Jádro vlákna má průměr 8-9 μm a odrazná vrstva pak 125 μm .

Mnohavidová – MM

Paprsek se odráží od pláště vlákna a tím se původní světelný paprsek rozloží na více tzv. vidů. Na konec kabelu tak dojde původní paprsek rozložený na několik částí, které dorazí s určitým časovým odstupem. Tím je přenášený údaj zkreslen.

Kabel má tedy horší optické vlastnosti, je však značně levnější a lépe se s ním pracuje. Používá se u optických součástí LAN sítí. (Horák a Keršláger, 2001, s.7)

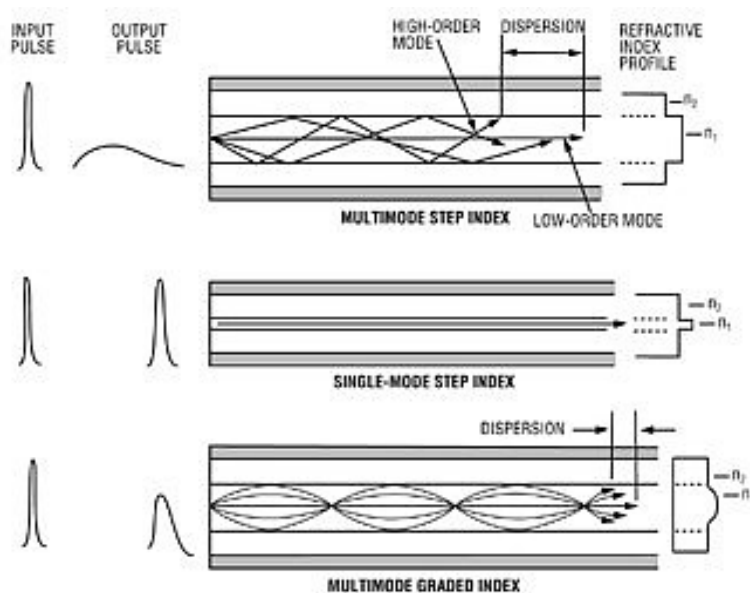
Mnohavidová vlákna se vyráběla ve dvou verzích:

- step index vlákno

Vlákno má průměr 100 μm a průměr odrazové vrstvy 140 μm . Využívalo se převážně v oboru průmyslové automatizace. Signál se ve vlákne rozkládá na vidy, které následně dorazí na jeho konec v různých okamžicích. Interval mezi těmito okamžiky je značný a proto se vlákno dnes již nepoužívá.

- gradientní vlákno

Vlákno má průměr 62,5 μm nebo 50 μm a průměr odrazné vrstvy 125 μm . Vlákno se skládá z mnoha vrstev, které mají rozdílný index lomu světla. Čím dále je vrstva od středu vlákna, tím je index lomu menší. Tím se dosáhne toho, že se paprsek vrátí zpět do středu vlákna. Výhodou gradientního vlákna je, že jednotlivé vidy dorazí na konec vlákna v přibližně stejnou dobu.



Obrázek 10: Šíření vidů v optických vláknech(31)

Na odrazové vrstvě optického vlákna je nanesen speciální lak, který chrání vlákno před vlhkostí. Dále na primární ochranu navazuje ochrana sekundární. Ta chrání vlákno proti mechanickému ohýbání.

Běžně se vyskytují dva druhy sekundární ochrany optických kabelů:

Kabely s těsnou sekundární ochranou

sekundární ochrana je tvořena tzv. bužírkou, která těsně přiléhá na primární ochranu. Kabely jsou tudíž náchylné na změny teplot a proto se ve většině případů nehodí na delší venkovní trasy o délkách nad 2 km. Nejčastěji se používají na vertikální páteřní kabeláž (stupačky).

Kabely s volnou sekundární ochranou

sekundární ochranu tvoří gel a proto není sekundární ochrana na primární mechanicky vázána. Tyto kabely jsou vhodné pro delší venkovní trasy. Nehodí se však na vertikální kabeláže, protože by gel mohl vytékat. (Ondrák, 2010)

Konektují se svařováním na tzv. pigtail. To je vlákno s těsnou sekundární ochranou zakončené FO konektorem.



Obrázek 11: Pigtail s LC konektorem (32)

2.5 Standardy síťového hardware

Dříve popsané síťové prvky je možné různě kombinovat. Tato variabilita je však vysoká a různě sestavené sítě spolu nemusí komunikovat. Proto byly přijaty normy, které definují základní požadavky na technické provedení sítě. Pro počítačové sítě LAN je nejběžnější standard sítě Ethernet (Horák a Keršláger, 2001, s. 16).

2.5.1 Ethernet pro rychlost 10 Mb/s

Ethernet o této rychlosti se dnes již téměř nepoužívá z důvodu nedostatečné rychlosti. Byly vytvořeny následující verze:

- 10BASE-5 (tlustý Ethernet) - jde o první standard Ethernetu. Základem byl tlustý koaxiální kabel s dříve popsanými koncovkami.
- 10BASE-2 (tenký Ethernet) - základem byl tenký koaxiální kabel. I přes nízké finanční náklady je náchylný k mnoha poruchám, při poruše kabelu havaruje celá síť a poškození se obtížně identifikují.
- 10BASE-T (kabeláž kroucenou dvojlinkou)

- 10BASE-F (kabeláž optickým kabelem)

2.5.2 Ethernet pro rychlost 100 Mb/s

Topologická pravidla jsou velmi přísná, využívá se topologie aktivní hvězda. Tato topologie využívá aktivní zařízení tzv. rozbočovač nebo tzv. prepínač. Rozbočovač přeposílá přijatá data na všechny aktivní porty. Prepínač pak představuje vylepšení, protože si zjistí MAC adresu zařízení na každém aktivním portu a uloží si ji do interní tabulky. Přijatá data pak odesílá jen na port, kde se nachází zařízení s požadovanou MAC adresou.

Pro 100 Mb ethernet je požadována kabeláž kategorie 5/5e nebo vyšší. To se tedy netýká pouze síťových kabelů, ale i koncovek. Délka jednotlivých kabelů pak musí být menší než 100 metrů (90 metrů horizontální kabel, 10 metrů na propojovací a koncové kabely). (Trulove, 2009, s.49-51)

Ethernet o této rychlosti se dnes využívá převážně v domácnostech.

2.5.3 Gigabitový ethernet

Topologií se gigabitový ethernet podobá 100BaseT. Všechny stanice se připojují přímo k prepínači.

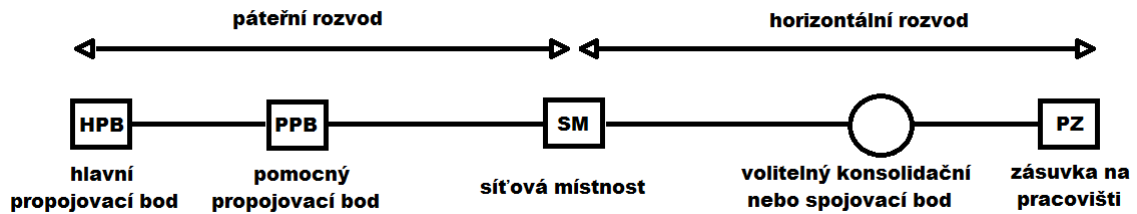
Původně byl gigabitový ethernet navržený pouze pro optické kabely. Dnes se dá provozovat i na měděných kabelech, ale musejí být certifikované pro kategorii 5 a vyšší a to včetně koncovek. (Trulove, 2009, s.216-217)

Téměř všechny nové sítě jsou konstruovány pro 1Gb/s ethernet, páteřní sítě pak pro 10Gb/s.

2.6 Strukturovaná kabeláž

Při vytváření strukturované kabeláže, dělíme síť na menší jednotky, které lze donekonečna opakovat. Spojením těchto všech jednotek pak dostaneme celou síť.

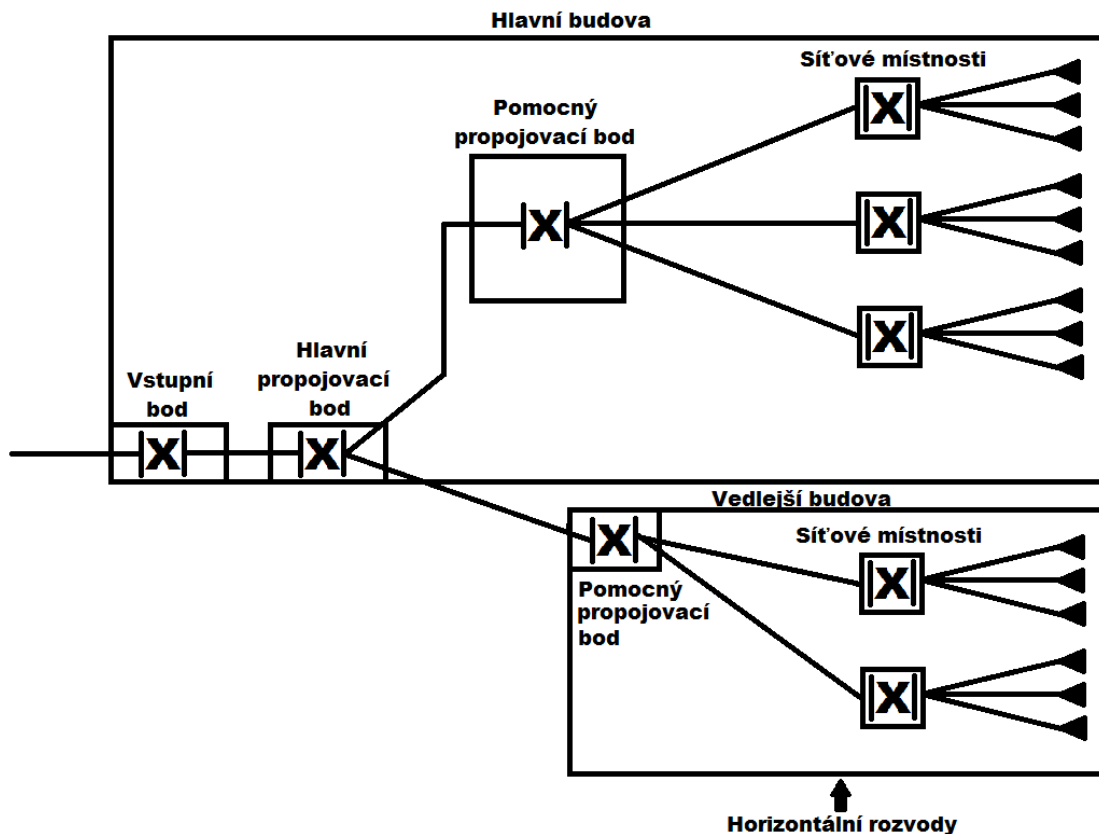
Standards popisující strukturovanou kabeláž jsou navrženy tak, aby popisovali správně fungující síť na požadované rychlosti a různé parametry pro její testování. Nezaobírají se však konkrétním typem sítě, takže na ně můžeme napojit libovolný typ hlasových služeb, datových služeb a sítí.



Obrázek 12: Schéma strukturované kabeláže (Trulove, 2009,s.33)

Mezi základní stavební díly strukturované kabeláže patří

- Horizontální rozvody
Tvoří je kabely, které vedou od zásuvky na pracovišti až po jejich zakončení v síťové místnosti (patch panel nebo zářezový blok)
- Pátevní rozvody
- Propojovací body (hlavní propojovací bod, pomocný propojovací bod, koncový propojovací bod)



Obrázek 13: Hierarchie strukturované kabeláže (Trulove, 2009,s.3č)

2.6.1 Páteční rozvody

Tyto rozvody tvoří základ sítě. Sahají od hlavního rozvaděče areálu až po rozvaděče budov, popř. od rozvaděčů budov po hlavní rozvaděče umístěných na příslušném patře.

2.6.2 Horizontální rozvody

Horizontální rozvody přímo navazují na páteční sekci a počítá se do nich celá délka vedení od patch nebo zářezového panelu až po síťovou zásuvku uživatele. Tyto rozvody bývají většinou realizované pomocí kroucené dvojlinky.

Při vedení kabelových tras je důležité dodržet příslušné normy ČSN pro universální kabelážní systémy (ČSN EN 50173) a instalaci kabelových rozvodů (ČSN EN 5014).

Dle těchto norem je třeba uplatnit následující omezení:

- fyzická délka kabelů nesmí překročit 100 metrů
- fyzická délka pevného horizontálního kabelu nesmí překročit 90 metrů a může být i méně v závislosti na délce používaných CP kabelů a šňůr a počtu spojení
- délka připojovacích kabelů a spojek nesmí překročit 5 metrů (ČSN EN 50173)

Maximální délka pevného horizontálního kabelu bude tedy záviset na celkové délce CP kabelů a šňůr, které mají být podporovány v kanálu. (ČSN EN 50173)

Možné umístění kabelových tras je pak dále specifikováno v normě ČSN EN 50174, kde se uvádí, že tyto trasy nesmějí být instalovány v otvorech pro vodič bleskosvodu a nebo ve výtahových šachtách. Vzhledem k tomu, že bleskosvod budovy je sveden po vnějším plášti a výtah budova nemá, tak se tímto bodem nebudeme dále zabírat.

Vstupní body k trasám musí: (ČSN EN 50174)

- a) být přístupné a nesmějí být zakryté stálými součástmi budovy
- b) umožňovat instalaci, opravy a údržbu bez rizika pro personál nebo přístroje

- c) poskytovat příslušný prostor pro jakákoliv zařízení potřebná pro instalaci (včetně kabelových bubnů a jejich stojanů)
- d) umožňovat instalaci kabelů při zachování nejmenšího poloměru ohybu (instalačního) specifikovaného dodavatelem nebo příslušnou instalační normou. Při použití více typů kabelů je nutné použít nejvyšší minimální poloměr ohybu.

Důležité je také zamezit působení místních zdrojů tepla, vlhkosti nebo chvění. Je proto nutnost se vyvarovat vedení v sousedství trubek topení bez použití náležité ochrany. (ČSN EN 50174)

Důležité je také uzemnění všech metalických částí ochrany a podpory kabelových tras, jako jsou žlaby a datové rozvaděče.

2.6.3 Rozvody pracovní sekce

Tyto rozvody pak pokrývají zbytek sítě: tedy od datového rozvaděče k patch nebo zářezovým panelům a od datové zásuvky k síťové kartě připojeného zařízení. Tyto kabely musejí být typu lanko a na jejich konce se připojují koncovky plug. Délka jednoho kabelu pak nesmí přesáhnout 5 metrů a součet délek kabelů pak metrů 10.

Takto připravená linka s dvěma patch kabely se pak označuje jako kanál. Ty se klasifikují do tříd, které určují možnosti jejich použití.

Tabulka č.3: Výkonnostní kategorie UTP kabelů

Třída	Označení	Průřez vodiče [mm²]	Impedance	Přenos	Použití
A	Kategorie 1	0,128 – 0,823	Neuvádí se	Do 100 kHz	Analogový telefon
B	Kategorie 2	0,128 – 0,324	Neuvádí se	Do 1 MHz	ISDN
C	Kategorie 3	0,205 – 0,324	100 $\Omega \pm 10\%$	Do 16 MHz	10BaseT,4/16 Token Ring
-	Kategorie 4	0,205 – 0,324	100 $\Omega \pm 10\%$	Do 20 MHz	10BaseT,4/16 Token Ring
D	Kategorie 5	0,205 – 0,324	100 $\Omega \pm 10\%$	Do 100 MHz	100BaseTX, ATM 155, 1000BaseT(4)
E	Kategorie 6	0,205 – 0,324	100 $\Omega \pm 10\%$	Do 250 MHz	1000BaseTX, ATM 1200
-	6 A	0,205 – 0,324	100 $\Omega \pm 10\%$	Do 250 MHz	10GBaseT
F	Kategorie 7	0,324	100 $\Omega \pm 10\%$	Do 600 MHz	10GbaseT, multimédia

Třída: klasifikace kanálu (základní rozlišovací kritérium - kmitočet)

Kategorie: klasifikace materiálů pro linku a kanál (základní rozlišovací kritérium - kmitočet)

2.6.4 Součásti kabelážního systému

- **Zásuvky**

Koncová síťová zásuvka je umístěna na pracovišti a dle standardu TIA-568-C by mělo být každé pracoviště vybaveno minimálně dvěma zdírkami pro kroucenou dvojlinku kategorie 5 nebo vyšší, popř. jedna zdírka může být pro dvouvláknový optický kabel o rozměrech 50/125 μm nebo 62,5/125 μm .

Síťových zásuvek existuje nepřeberné množství. Vybírat lze z různých barev, velikostí a vyrábí se i jako součást modulárních systémů.



Obrázek 14: Datová zásuvka (13)

- **Patch panel**

Souží k ukončení horizontální kabeláže v datové rozvodně. Datový kabel je doveden do rozvodny, kde je zakončen tzv. jackem a uchycen do patch panelu. Je nezbytné každý takto osazený kabel popsat dle dohodnutého značení. Přemostění mezi patch panelem a aktivním prvkem je zajištěno tzv. patch kabelem.

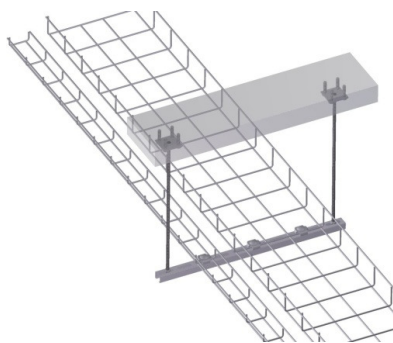


Obrázek 15: Modulární patch panel, velikost 1U (14)

- **Drátěné kabelové žlaby a parapetní kanály**

Tyto prvky slouží k bezpečnému rozvedení kabeláže po budově. Kabelové žlaby se většinou umísťují do podhledů, ale dají se využít i k vertikálnímu svedení kabelů např. mezi patry. Parapetní kanály pak slouží k uložení kabeláže na pracovišti. Tento způsob vedení kabelů je v poslední době velmi oblíbený, protože má velmi snadnou instalaci i

případnou následnou modifikaci. Také velmi omezuje množství průrazů ve zdech. Tyto kanály je možno přímo osazovat datovými zásuvkami.



Obrázek 16: Drátěný kabelový žlab (15)



Obrázek 17: Parapetní kanály s datovými zásuvkami (16)

2.6.5 Normy týkající se strukturované kabeláže

Při návrhu a výstavbě strukturované kabeláže je nutné dodržovat normy týkající se této problematiky.

Seznam norem:

- ČSN EN 50173-1 Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky (17)
- ČSN EN 50173-2 Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 2: Kancelářské prostory(18)
- ČSN EN 50173-3 Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 3: Průmyslové prostory (33)
- ČSN EN 50173-4 Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 4: Obytné prostory(34)
- ČSN EN 50173-5 Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 5: Datová centra(35)
- ČSN EN 50174-1 Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality(19)
- ČSN EN 50174-2 Informační technika - Kabelové rozvody - Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách(20)
- ČSN EN 50174-3 Informační technologie - Kabelová vedení - Část 3: Projektová příprava a výstavba vně budov(36)

3 Návrh řešení

3.1 Požadavky investora

Majitel společnosti, pan Přemysl Veselý, klade na návrh datové sítě následující požadavky:

- Horizontální kabeláž bude vedena v parapetních kanálech a bude osazena datovými zásuvkami v počtu a v místech uvedených v příloze číslo 4
- Propojení obou budov bude vedeno tunelem spojující budovy
- Životnost kabeláže bude minimálně 10 let, krytí zárukou
- Celková cena bez aktivních prvků nepřesáhne 200 000Kč bez DPH
- V této budově nebude WIFI síť
- Aplikace využívané v podniku budou po síti běžet bez výrazných zpoždění způsobených nedostatečnou rychlostí sítě

3.2 Návrh počtu a umístění přípojných míst

Při určování počtu portů jsem vycházel ze stanovených požadavků na pracovní místa ze strany investora a z již výše zmíněného standardu TIA - 568 - C, podle kterého by měly být nejméně dvě datové zásuvky na jedno pracovní místo. V každé místnosti pak bude jedna datová zásuvka se dvěma zdířkami navíc, aby bylo možné v budoucnu přidat pracovní místo nebo síťovou tiskárnu.

Tabulka č.4: Počty datových portů v jednotlivých místnostech

Číslo místnosti	Počet pracovních míst	Počet zásuvek
1.02	1	2
2.03	3 + síťová tiskárna	5
2.04	3	4
2.05	2	3
2.06	N/A	12
2.08	3	4
2.14	3 + síťová tiskárna	5
2.15	3 + síťová tiskárna	5
3.12	N/A	2
3.13	N/A	2
3.14	N/A	2
3.15	N/A	2
3.16	N/A	3
3.17	N/A	3
3.18	N/A	2
3.19	N/A	2
3.20	N/A	2
3.21	N/A	3

Celkový počet datových zásuvek je tedy 63, což je 126 portů.

Navrhované rozmístění zásuvek je znázorněno v nákrese v příloze číslo 4.

3.3 Návrh technologie

Nároky na síť jsou v této budově opravdu nízké. Avšak vzhledem k tomu, že místnosti v třetím patře budou v budoucnu pravděpodobně přestavěny na kanceláře a s ohledem na ceny komponent pro uvažovaný 100Mb/s nebo 1Gb/s Ethernet, jsem se rozhodl zvolit Ethernet 1Gb/s. Tomu odpovídá třída D a kategorie kabeláže a komponent 5.

Na propojení budov pak 1000BaseSX. Vzdálenost, kterou bude potřeba optickým kabelem překonat je 80metrů.

3.4 Návrh komponent podle kategorie

3.4.1 Kabeláž

Je velmi důležité zvolit nejvhodnější technologii přenosu a pro realizaci pak kvalitní síťové prvky. V opačném případě bude brzy potřeba strukturovanou kabeláž modifikovat, což by vedlo ke značným finančním výdajům.

Zvolil jsem nestíněnou metalickou kabeláž od firmy Belden, kategorie 5. Konkrétně jde o kabel 1583ENH drát, který je certifikovaný pro 100MHz. (21) Patch kabely použiji opět od firmy Belden, různých délek dle potřeby.

Pro optickou kabeláž jsem vybral kabel Belden Intex 12x 50/125 LSZH s těsnou sekundární ochranou, kterým vytvořím galvanickou ochranu mezi datovými rozvaděči obou budov. (22) Optický kabel bude veden tunelem, který je mezi budovami. I přes to je vhodné ho umístit do tzv. chráničky.

3.4.1.1 Vedení kabeláže

Jednou z podmínek investora je, že kabeláž v pracovní sekci budovy bude vedena v parapetních kanálech.

Parapetní kanály

Společným výběrem s investorem jsme došli k produktům firmy Kopos. S ohledem k počtu datových kabelů jsme vybrali produkt PK 120x55 D, který poskytne dostatek místa i pro budoucí rozšíření.



Obrázek 18: Parapetní kanál PK 120x55 D s integrovanými zásuvkami (23)

Kabelové žlaby

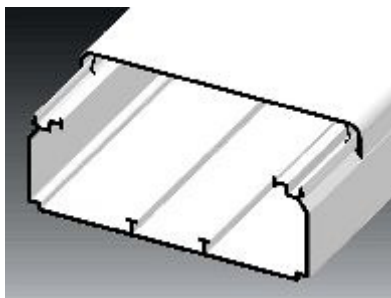
Žlaby pro vedení kabelů jsem vybral také od firmy Kopos. Konkrétně Mars NKZI 50X250X0.70.



Obrázek 19: Kabelový žlab Kopos Mars NKZI 50X250X0.70 (25)

Kabelové lišty

Od stejné firmy jsem dále vybral kabelové lišty EKD 100X40, které jsou vyrobeny ze samozhášivého PVC. (26)



Obrázek 20: Průřez kabelovou lištou Kopos EKD 100X40 (26)

3.4.2 Modul do zásuvek a patch panelů

Společnost Belden nabízí konektory pro kroucenou dvojlinku ve svojí modulární řadě IBDN. Každá datová zásuvka bude osazena dvěma těmito konektory.

Optické kabely s těsnou sekundární ochranou se nesvařují a proto je můžeme rovnou konektorovat. Pro konektorování použijeme LC konektory, taktéž od firmy Belden.



Obrázek 21: Jack Belden IBDN(27)



Obrázek 22: LC - LC konektor (28)

3.4.3 Zásuvky

Datové zásuvky budou integrované do parapetního kanálu. Tentokrát jsme vybrali produkt od firmy ABB Komunikační zásuvka Swing. (24) Ty budou opatřeny štítkem s čísly zásuvek.



Obrázek 23: Datová zásuvka ABB Swing (24)

3.4.4 Datový rozvaděč - osazení

V budově se již nachází datový rozvaděč o velikost 27U, který využijeme. Bude ho třeba osadit třemi patch panely, každý o velikost 2U, pro 48 portů kroucené dvojlinky a jednou optickou vanou s výřezy na 24 LC portů. Tato vana má velikost 1U.

Dále zde budou panely pro organizaci kabeláže a místo pro aktivní prvky a UPS.



Obrázek 24: Organizační panel velikosti 2U(29)



Obrázek 25: Patch panel, velikost 2U(30)

Datový rozvaděč bude osazen dle tabulky č.5.

Tabulka č.5: Osazení datového rozvaděče

1 U	Optická vana OPA
2 U	Vyvazovací panel
3 U	Aktivní prvek
4 U	
5 U	Patch panel PPA
6 U	Patch panel PPA
7 U	Vyvazovací panel
8 U	Vyvazovací panel
9 U	Aktivní prvek
10 U	
11 U	
12 U	Patch panel PPB
13 U	Patch panel PPB
14 U	Vyvazovací panel
15 U	Vyvazovací panel
16 U	Aktivní prvek
17 U	
18 U	
19 U	Patch panel PPC
20 U	Patch panel PPC
21 U	Vyvazovací panel
22 U	Vyvazovací panel
23 U	Aktivní prvek
24 U	
25 U	
26 U	UPS
27 U	UPS

3.4.5 Patch panely - osazení

Osazení patch panelů bude dle tabulky č.6.

Tabulka č.6: Osazení patch panelů

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

Patch panel PPA																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2A1	2A2	2A3	2A4	2A5	2A6	2A7	2A8	2A9	2A10	2A11	2A12	2A13	2A14	2A15	2A16	2A17	2A18	2A19	2A20	2A21	2A22	2A23	2A24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2A25	2A26	2A27	2A28	2A29	2A30	2A31	2A32	2A33	2A34	2A35	2A36	2A37	2A38	2A39	2A40	2A41	2A42	2A43	2A44	2A45	2A46	2A47	2A48

Patch panel PPB																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2B1	2B2	2B3	2B4	2B5	2B6	2B7	2B8	2B9	2B10	2B11	2B12	2B13	2B14	2B15	2B16	2B17	2B18	2B19	2B20	2B21	2B22	2B23	2B24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2B25	2B26	2B27	2B28	2B29	2B30	2B31	2B32	2B33	2B34	2B35	2B36	2B37	2B38	2B39	2B40	2B41	2B42	2B43	2B44	2B45	2B46	2B47	2B48

Patch panel PPC																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2C1	2C2	2C3	2C4	2C5	2C6	2C7	2C8	2C9	2C10	2C11	2C12	2C13	2C14	2C15	2C16	2C17	2C18	2C19	2C20	2C21	2C22	2C23	2C24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2C25	2C26	2C27	2C28	2C29	2C30	2C31	2C32	2C33	2C34	2C35	2C36	2C37	2C38	2C39	2C40	2C41	2C42	2C43	2C44	2C45	2C46	2C47	2C48

3.5 Návrh tras

Při vedení kabelových tras je důležité dodržet příslušné normy ČSN pro universální kabelážní systémy (ČSN EN 50173) a instalaci kabelových rozvodů (ČSN EN 5014).

Mnou vytýčené kabelové trasy jsou vyznačené z příloze č. 4.

3.5.1 První nadzemní podlaží

Všechny čtyři datové kabely budou vedeny v parapetním kanálu a budou zakončeny v určených datových zásuvkách dle nákresu v příloze č.4.

Kabeláž pro druhé a třetí nadzemní podlaží bude vedena svisle stupačkou a bude umístěna v kabelovém žlabu.

3.5.2 Druhé nadzemní podlaží

Na druhém podlaží se oddělí 66 datových kabelů určených pro rozvody po tomto patře. Kabely pro místnosti 2.03 až 2.08 budou vedeny dle nákresu v kabelovém žlabu.

Kabely pro místnosti 2.15 a 2.16 budou na chodbě 2.01 kryty kabelovou lištou a dále budou pokračovat taktéž kabelovým žlabem.

3.5.3 Třetí nadzemní podlaží

Zbytek kabelů ze stupačky bude vyveden ven a bude kryt kabelou lištou v místnosti 3.10 a dále bude pokračovat opět kabelovým parapetním kanálem dle nákresu v příloze č.4.

3.6 Návrh značení

Z důvodu vyšší přehlednosti je nutné veškeré kabely a porty, a to jak na zásuvkách, tak i na patch panelech, označovat identifikačním kódem. V této práci použiji standardní kód ve tvaru:

Rozvaděč Patch panel Port patch panelu

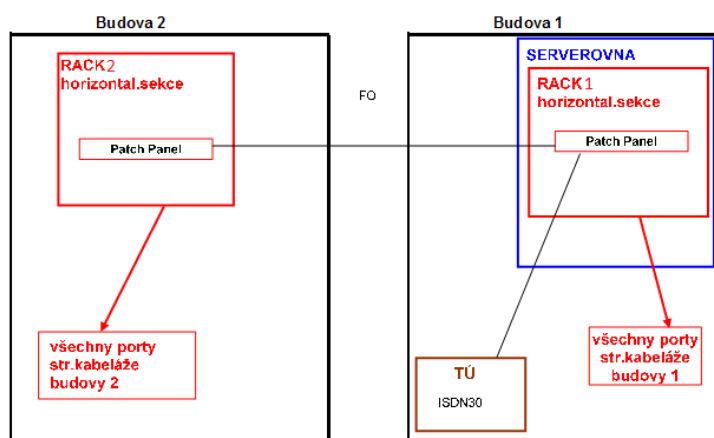
Pro druhý rozvaděč, třetí patch panel a 18. port pak tedy použiji:

2 C 18

Vhodné je značit i jednotlivé kabelové trasy, zvláště pak při jejich rozpojování na více svazků.

3.7 Aktivní prvky

Aktivní prvky sítě nejsou v této práci řešeny. Zadavatel se sám rozhodne, které prvky využije. Schéma těchto prvků bude následující.



Obrázek 26: Logické schéma počítačové sítě obou dvou budov

3.8 Rozpočet rekonstrukce

Náklady na realizaci tohoto projektu jsem sečetl na 146226,10 Kč bez DPH. Výslednou cenu je nutné brát pouze jako orientační. Ceny uvedené v tabulce č: jsou ceny nalezené v internetových obchodech a lze předpokládat, že společnost, zabývající se návrhem a realizací počítačových sítí, bude mít nasmlouvané lepší ceny, popř. bude chtít použít výrobky jiných značek.

Tabulka č.7: Rozpočet

Katalogové číslo	Položka	Značka	Jednotková cena [v Kč]	Počet jednotek	Cena celkem (bez DPH) [v Kč]
AX104564	Belden kat.6A, 19 modulární 2U patch panel 48 portů pro keystone	Belden	3373	3	10119
AX103451	Optická vana FXU FRAME, LC-DUPLEX, 24f, OM2	Belden	1620	2	3240
A0644492	ORGANIZER PANEL 2U,BLACK	Belden		7	7140
AX101309	UTP BELDEN IBDN Keystone Jack RJ45, cat.5	Belden	39,60	252	9979,20
PK 120x55 D	Parapetní kanál	Kopos	284,50	130	36985
	Příslušenství k PK 120x55 D	Kopos	150	30	4500
5014G-A01018 B1	Datová zásuvka, ABB Tango, 2xRJ45	ABB	66,60	63	4195,80
3901G-A00010 B1	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný	ABB	15,70	55	863,50
3901G-A00040 B1	Rámeček pro elektroinstalační přístroje, čtyřnásobný	ABB	57,30	2	114,60
8595057629011	Přístrojová krabice pro kanály	Kopos	36,20	63	2280,60
1583ENH.U0305	UTP Cat.5 - 4x2xAWG24 - drát - NH - box 305m	Belden	5,94	3200	19008

GUMT204	FO 4x50/125/900 - INTEX - NH	Belden	20,40	80	1632
AX104242-S1	Connector LC 900um MM 50um	Belden	550,79	2	1101,58
AX200527	Fopatch cord, duplex, LC-LC, MM, 2m, OM2, 50 um	Belden	963	2	1926
AX101741	LC-LC optická spojka	Belden	212	2	424
HDPE 06032	chránička optického kabelu	Kopos	26,9	80	2152
NKZI 50X250X0.70	Kabelový žlab Mars	Kopos	190	3	570
C501105007	Patch kabel, CAT5, UTP, 2,1m	Belden	83,40	63	5254,20
C501105004	Patch kabel, CAT5, UTP, 1,2m	Belden	76,20	63	4800,60
	Upevňovací materiál		odhad	odhad	2000
	Práce a certifikace		odhad	odhad	30000
	Suma				148286,10

3.9 Ekonomický přínos

Společnost plánuje již delší dobu, že část svých kanceláří, převážně vedoucích výrobních úseků, přesune do této budovy. Doposud tomu brání nenainstalovaná počítačová síť. Bez ní by vedoucí neměli přístup k datům uloženým na podnikových serverech, které se nachází v serverovně hlavní budovy.

Tím, že bude možné uskutečnit tento plán, společnost uvolní celé jedno patro v hlavní budově a bude možné ho pronajímat. Dle odhadů vedoucího ekonomického úseku, by se měly náklady vynaložené do nové datové sítě mely vrátit v horizontu 3-4 měsíců a dále by pronájem již generoval zisk, který nebyl doposud využit.

Zhodnocení a závěr

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat dočasnou síť v jedné z budov společnosti Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. a vypracovat návrh rekonstrukce, který by byl použit během výběrového řízení na firmu, která bude zakázku realizovat.

Vzhledem k tomu, že současná síť je nevyhovující ve všech směrech, bude nutné ji celou odstranit a nahradit novou. Jedním z nejdůležitějších požadavků majitele společnosti bylo, že síť musí mít životnost minimálně 10 let. Výběrem komponent od firmy Belden a následným uvedením podmínky autorizace firmou Belden ve výběrovém řízení, vzniká možnost zažádat o systémovou záruku. Tu firma Belden poskytuje jak na použitý materiál, tak i na práci autorizované firmy a je poskytována na 20 let. Síť také splňuje ostatní požadavky ze strany investora a s cenou 148286,10 Kč jsme splnili také podmínku cenového stropu.

V této práci jsem tedy vytvořil návrh počítačové sítě dle požadavků investora a platných norem, čímž jsem splnil cíl práce.

Práce by měla sloužit jako podklad pro výběrové řízení vypsané k realizaci tohoto projektu a pro podnik Přemysl Veselý stavební a inženýrská činnost s. r. o. k předběžnému posouzení nákladů.

Seznam zkratek

CP – konsolidační bod (consolidation point)

TO – telekomunikační vývod (telecommunications outlet)

LAN – lokální síť (local area network)

N/A – neaplikovatelné (not applicable)

UPS – záložní zdroj

UTP – nestíněný kabel z kroucených párů (unshield twisted pair)

STP – stíněný kabel z kroucených párů (shield twisted pair)

ISO – Mezinárodní standardizační organizace (International standards organization)

Seznam použitých tabulek a obrázků

Tabulka č.1: ISO/OSI Model (Horák a Keršláger, 2001, s. 9-10)	19
Tabulka č.2: Konektorování kroucené dvojlinky(CSN-EN-50174, s.37).....	24
Tabulka č.3: Výkonnostní kategorie UTP kabelů	32
Tabulka č.4: Počty datových portů v jednotlivých místnostech	36
Tabulka č.5: Osazení datového rozvaděče	40
Tabulka č.6: Osazení patch panelů	41
Tabulka č.7: Rozpočet.....	43
Obrázek 1: Sídlo společnosti.....	14
Obrázek 2: Půdorys prvního podzemního podlaží.....	15
Obrázek 3: Půdorys druhého nadzemního podlaží	16
Obrázek 4: Půdorys třetího nadzemního podlaží	16
Obrázek 5: Sběrníková topologie sítí (11)	21
Obrázek 6: Hvězdíková topologie (11)	21
Obrázek 7: Kruhová topologie (11)	22
Obrázek 8: Jack (37)	24
Obrázek 9: Plug (38)	24
Obrázek 10: Šíření vidů v optických vláknech(31)	26
Obrázek 11: Pigtail s LC konektorem (32)	27
Obrázek 12: Schéma strukturované kabeláže (Trulove, 2009,s.33)	29
Obrázek 13: Hierarchie strukturované kabeláže (Trulove, 2009,s.3č)	29
Obrázek 14: Datová zásuvka (13).....	33
Obrázek 15: Modulární patch panel, velikost 1U (14).....	33
Obrázek 16: Drátěný kabelový žlab (15)	34
Obrázek 17: Parapetní kanály s datovými zásuvkami (16).....	34
Obrázek 18: Parapetní kanál PK 120x55 D s integrovanými zásuvkami (23)....	37
Obrázek 19: Kabelový žlab Kopos Mars NKZI 50X250X0.70 (25)	38
Obrázek 20: Průřez kabelovou lištou Kopos EKD 100X40 (26).....	38
Obrázek 21: Jack Belden IBDN(27)	39
Obrázek 22: LC - LC konektor (28).....	39

Obrázek 23: Datová zásuvka ABB Swing (24)	39
Obrázek 24: Organizační panel velikosti 2U(29)	39
Obrázek 25: Patch panel, velikost 2U(30)	39
Obrázek 26: Logické schéma počítačové sítě obou dvou budov	42

Seznam použité literatury

1. BIGELOW, S. J. Mistrovství v počítačových sítích. Správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. Brno: Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9.
2. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50173-1-ed.3. Informační technologie -Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. Třídící znak 36 7253.
3. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50174-2 ed2. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 60 s. Třídící znak 369071.
4. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT ČSN EN 50174-1 ed2. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 48 s. Třídící znak 369071.
5. PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2. aktualizované vydání: Brno: Computer Press, 2006. 430s.ISBN 80-251-1278-0.
6. TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení.1.vydání.Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2098-2
7. JORDÁN, V. *Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální komunikace*. Kroměříž : KASSEX, 2005.
8. SOSINSKY, B. *Mistrovství - počítačové sítě*. 1. vydání. Brno : Computer Press, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
9. ONDRÁK, V. *Přednášky - počítačové sítě*. Brno : VUT Fakulta podnikatelská, 2010.
10. HORÁK, J., KERŠLÁGER, M. Počítačové sítě pro začínající správce. Brno : Computer Press, 2001. 165 s. ISBN 80-7226-566-0.
11. MATURITA Z VYT: *Počítačová komunikace a sítě* [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://maturita-vyt.buchtic.net/17.php>

12. PETERKA, J. *Počítačové sítě*, v. 3.3 [online]. 2008 [cit. 2013-05-12]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/l218/nahled.php3?l=15&me=1>
13. KASSEX. *Sada: kryt ABB Swing + 2x UTP Jack RJ45 Cat.5* [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://eos.kassex.cz/sada-kryt-abb-swing--2x-utp-jack-rj45-cat-5-642.html>
14. EXCEL. *Unloaded Keystone Jack Modular Patch Panel, 1U* [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.excel-networking.com/catalogue/copper/mounting-hardware/keystone-jack-patch-panel-frames/unloaded-keystone-jack-modular-patch-panel--1u/>
15. FLEXNET. *Přichycení drátěných kabelových žlabů* [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: http://www.flexnet.cz/cze/obrazek.php?c=1622&o=../flexnet/ukazky/fh05-fn240-fn60-fz1_sestava.jpg&n=Zav%EC%9Aen%ED%20%9Elab%F9%20na%20hrazdi%E8ce%20FH05%20nebo%20FH1.%20%20Sou%E8%E1st%ED%20hrazdi%E8ek%20je%20i%20spojka%20pro%20upevn%ECn%ED%20%9Elabu.
16. 230VAC. *Parapetní kanály OptiLine* [online]. [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.230vac.cz/Parapetni-kanaly-OptiLine.html?vyhledavani=&vsude=&list=&xmld=521330>
17. NORMY.BIZ. *ČSN EN 50173-1 ed. 3 (367253) Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky* [online]. [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/90129>
18. TECHNOR. *ČSN EN 50173-2 (367253) Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 2: Kancelářské prostorymační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky* [online]. [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/367253-csn-en-50173-2_4_80737.html
19. NORMY.BIZ. *ČSN EN 50174-1 ed. 2 (369071) Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality* [online]. [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/85555>

20. NORMY.BIZ. *ČSN EN 50174-2 (369071) Informační technika - Kabelové rozvody - Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách* [online]. [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/62421>
21. SIMPO. *UTP kabel 100 MHz 4P drát kat.5E NH plášť box 305 m šedý* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://obchod.simpoc.cz/p/utp-kabel-100-mhz-4p-drat-kat-5e-nh-plast-box-305-m-sedy-1363730>
22. CEIT.CZ. *12x 50/125 LSZH s těsnou sek ochranou Belden INTEx* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.eshop.ceit.cz/12x-50-125-lszh-s-tesnou-sek-ochranou-belden-intex/>
23. KOPOS.CZ. *Na rozvody s parapetními kanály* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.kopos.cz/cs/novinky/odcl/na-rozvody-s-parapetnimi-kanaly>
24. ABB. *Kryt zásuvky komunikační* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=5658&category=2339>
25. KOPOS. *Kabelové žlaby MARS* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: http://www.kopos.cz/soubory/katalogy/kns_cz_2_kabelove_zlaby_mars.pdf
26. KOPOS. *EKD 100X40 HD - elektroinstalační kanál* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.koposkatalog.cz/detail.php?id=41891>
27. KASSEX. *UTP BELDEN IBDN Keystone Jack RJ45, cat.5 - černý* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://eos.kassex.cz/utp-belden-ibdn-keystone-jack-rj45-cat-5--cerny-871.html>
28. SIMANDL. *LC - LC konektor* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.simandl.cz/stranky/elektro/optika/index.htm>
29. OCTOPART. *Belden AX100793* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://octopart.com/ax100793-belden-940354>
30. MAYFLEX. *Belden IBDN 2400/4800LX System GigaFlex PS6+ Cat 6 Unscreened Patch Panels* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.mayflex.com/products/copper-cabling/category-6/patch-panels/belden-ibdn-2400-4800lx-system-gigaflex-ps6+-cat-6-unscreened-patch-panels---black/>

31. KINGFISHERFIBER. *Modal Distribution & CPR* [online]. [cit. 2013-05-01].
Dostupné z: <http://www.kingfisherfiber.com/Application-Notes/04-Multimode-Modal-Distribution.htm>
32. ASPA. *Premium Line Fiber Optic Pigtail LC 50/125 - 1m 0,9mm* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://wifi.aspa.cz/premium-line-fiber-optic-pigtail-lc-50-125-1m-0-9mm-z102846/>
33. NORMY.CZ *ČSN EN 50173-3 Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 3: Průmyslové prostory* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://nahledy.normy.biz/nahled.php?i=81502>
34. NORMY.CZ *ČSN EN 50173-4 (367253) Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 4: Obytné prostory* [online]. [cit. 2013-05-01].
Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/80798>
35. NORMY.CZ *ČSN EN 50173-5 (367253) Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 5: Datová centra* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/80799>
36. TECHNOR. *ČSN EN 50174-3 (369071) Informační technologie - Kabelová vedení - Část 3: Projektová příprava a výstavba vně budov* [online]. [cit. 2013-05-01].
Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/369071-csn-en-50174-3_4_71085.html
37. HYPERLINE, Category 5e Keystone Jack RJ45 [online]. [cit. 2013-11-11].
Dostupné z: <http://www.hyperline.com/catalog/keystone/rj45-5et.shtml>
38. HYPERLINE, CAT6 Shielded RJ45 Ethernet Connector, Strand. [online]. [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.miro.co.za/detail.aspx?pid=1644&p=Utilities&sp=Network%20Cabling%20&%20Connectors&spp=Connectors%20&%20Accessories>

Seznam příloh

Příloha číslo 1: Schéma zapojení prvků datového rozvaděče

Příloha číslo 2: Tabulka kabelů

Příloha číslo 3: Patch panely - schéma zapojení

Příloha číslo 4: Rozmístění kabelových tras a zásuvek v objektu

Příloha číslo 5 : Půdorysy podlaží budovy

Příloha číslo 1: Schéma zapojení prvků datového rozvaděče

1 U	Optická vana OPA
2 U	Vyvazovací panel
3 U	Aktivní prvek
4 U	
5 U	Patch panel PPA
6 U	Patch panel PPA
7 U	Vyvazovací panel
8 U	Vyvazovací panel
9 U	Aktivní prvek
10 U	
11 U	
12 U	Patch panel PPB
13 U	Patch panel PPB
14 U	Vyvazovací panel
15 U	Vyvazovací panel
16 U	Aktivní prvek
17 U	
18 U	
19 U	Patch panel PPC
20 U	Patch panel PPC
21 U	Vyvazovací panel
22 U	Vyvazovací panel
23 U	Aktivní prvek
24 U	
25 U	
26 U	UPS
27 U	UPS

Příloha 2: Tabulka kabelů

Linka	Odkud			Kam
	Dat.rozv.	Patch panel	Č. portu	Patro.místnost. zásuvka.port
2A1	DR1	PPA	1	1.02.1.A
2A2	DR1	PPA	2	1.02.1.B
2A3	DR1	PPA	3	1.02.2.A
2A4	DR1	PPA	4	1.02.2.B
2A5	DR1	PPA	5	2.03.1.A
2A6	DR1	PPA	6	2.03.1.B
2A7	DR1	PPA	7	2.03.2.A
2A8	DR1	PPA	8	2.03.2.B
2A9	DR1	PPA	9	2.03.3.A
2A10	DR1	PPA	10	2.03.3.B
2A11	DR1	PPA	11	2.03.4.A
2A12	DR1	PPA	12	2.03.4.B
2A13	DR1	PPA	13	2.03.5.A
2A14	DR1	PPA	14	2.03.5.B
2A15	DR1	PPA	15	2.04.1.A
2A16	DR1	PPA	16	2.04.1.B
2A17	DR1	PPA	17	2.04.2.A
2A18	DR1	PPA	18	2.04.2.B
2A19	DR1	PPA	19	2.04.3.A
2A20	DR1	PPA	20	2.04.3.B
2A21	DR1	PPA	21	2.04.4.A
2A22	DR1	PPA	22	2.04.4.B
2A23	DR1	PPA	23	2.05.1.A
2A24	DR1	PPA	24	2.05.1.B
2A25	DR1	PPA	25	2.05.2.A

2A26	DR1	PPA	26	2.05.2.B
2A27	DR1	PPA	27	2.05.3.A
2A28	DR1	PPA	28	2.05.3.B
2A29	DR1	PPA	29	2.06.1.A
2A30	DR1	PPA	30	2.06.1.B
2A31	DR1	PPA	31	2.06.2.A
2A32	DR1	PPA	32	2.06.2.B
2A33	DR1	PPA	33	2.06.3.A
2A34	DR1	PPA	34	2.06.3.B
2A35	DR1	PPA	35	2.06.4.A
2A36	DR1	PPA	36	2.06.4.B
2A37	DR1	PPA	37	2.06.5.A
2A38	DR1	PPA	38	2.06.5.B
2A39	DR1	PPA	39	2.06.6.A
2A40	DR1	PPA	40	2.06.6.B
2A41	DR1	PPA	41	2.06.7.A
2A42	DR1	PPA	42	2.06.7.B
2A43	DR1	PPA	43	2.06.8.A
2A44	DR1	PPA	44	2.06.8.B
2A45	DR1	PPA	45	2.06.9.A
2A46	DR1	PPA	46	2.06.9.B
2A47	DR1	PPA	47	2.06.10.A
2A48	DR1	PPA	48	2.06.10.B
2B1	DR1	PPB	1	2.06.11.A
2B2	DR1	PPB	2	2.06.11.B
2B3	DR1	PPB	3	2.06.12.A
2B4	DR1	PPB	4	2.06.12.B
2B5	DR1	PPB	5	2.08.1.A
2B6	DR1	PPB	6	2.08.1.B
2B7	DR1	PPB	7	2.08.2.A
2B8	DR1	PPB	8	2.08.2.B

2B9	DR1	PPB	9	2.08.3.A
2B10	DR1	PPB	10	2.08.3.B
2B11	DR1	PPB	11	2.08.4.A
2B12	DR1	PPB	12	2.08.4.B
2B13	DR1	PPB	13	2.14.1.A
2B14	DR1	PPB	14	2.14.1.B
2B15	DR1	PPB	15	2.14.2.A
2B16	DR1	PPB	16	2.14.2.B
2B17	DR1	PPB	17	2.14.3.A
2B18	DR1	PPB	18	2.14.3.B
2B19	DR1	PPB	19	2.14.4.A
2B20	DR1	PPB	20	2.14.4.B
2B21	DR1	PPB	21	2.14.5.A
2B22	DR1	PPB	22	2.14.5.B
2B23	DR1	PPB	23	2.15.1.A
2B24	DR1	PPB	24	2.15.1.B
2B25	DR1	PPB	25	2.15.2.A
2B26	DR1	PPB	26	2.15.2.B
2B27	DR1	PPB	27	2.15.3.A
2B28	DR1	PPB	28	2.15.3.B
2B29	DR1	PPB	29	2.15.4.A
2B30	DR1	PPB	30	2.15.4.B
2B31	DR1	PPB	31	2.15.5.A
2B32	DR1	PPB	32	2.15.5.B
2B33	DR1	PPB	33	3.12.1.A
2B34	DR1	PPB	34	3.12.1.B
2B35	DR1	PPB	35	3.12.2.A
2B36	DR1	PPB	36	3.12.2.B
2B37	DR1	PPB	37	3.13.1.A
2B38	DR1	PPB	38	3.13.1.B
2B39	DR1	PPB	39	3.13.2.A

2B40	DR1	PPB	40	3.13.2.B
2B41	DR1	PPB	41	3.14.1.A
2B42	DR1	PPB	42	3.14.1.B
2B43	DR1	PPB	43	3.14.2.A
2B44	DR1	PPB	44	3.14.2.B
2B45	DR1	PPB	45	3.15.1.A
2B46	DR1	PPB	46	3.15.1.B
2B47	DR1	PPB	47	3.15.2.A
2B48	DR1	PPB	48	3.15.2.B
2C1	DR1	PPC	1	3.16.1.A
2C2	DR1	PPC	2	3.16.1.B
2C3	DR1	PPC	3	3.16.2.A
2C4	DR1	PPC	4	3.16.2.B
2C5	DR1	PPC	5	3.16.3.A
2C6	DR1	PPC	6	3.16.3.B
2C7	DR1	PPC	7	3.17.1.A
2C8	DR1	PPC	8	3.17.1.B
2C9	DR1	PPC	9	3.17.2.A
2C10	DR1	PPC	10	3.17.2.B
2C11	DR1	PPC	11	3.17.3.A
2C12	DR1	PPC	12	3.17.3.B
2C13	DR1	PPC	13	3.18.1.A
2C14	DR1	PPC	14	3.18.1.B
2C15	DR1	PPC	15	3.18.2.A
2C16	DR1	PPC	16	3.18.2.B
2C17	DR1	PPC	17	3.19.1.A
2C18	DR1	PPC	18	3.19.1.B
2C19	DR1	PPC	19	3.19.2.A
2C20	DR1	PPC	20	3.19.2.B
2C21	DR1	PPC	21	3.20.1.A
2C22	DR1	PPC	22	3.20.1.B

2C23	DR1	PPC	23	3.20.2.A
2C24	DR1	PPC	24	3.20.2.B
2C25	DR1	PPC	25	3.21.1.A
2C26	DR1	PPC	26	3.21.1.B
2C27	DR1	PPC	27	3.21.2.A
2C28	DR1	PPC	28	3.21.2.B
2C29	DR1	PPC	29	3.21.3.A
2C30	DR1	PPC	30	3.21.3.B
2C31	DR1	PPC	31	neobsazeno
2C32	DR1	PPC	32	neobsazeno
2C33	DR1	PPC	33	neobsazeno
2C34	DR1	PPC	34	neobsazeno
2C35	DR1	PPC	35	neobsazeno
2C36	DR1	PPC	36	neobsazeno
2C37	DR1	PPC	37	neobsazeno
2C38	DR1	PPC	38	neobsazeno
2C39	DR1	PPC	39	neobsazeno
2C40	DR1	PPC	40	neobsazeno
2C41	DR1	PPC	41	neobsazeno
2C42	DR1	PPC	42	neobsazeno
2C43	DR1	PPC	43	neobsazeno
2C44	DR1	PPC	44	neobsazeno
2C45	DR1	PPC	45	neobsazeno
2C46	DR1	PPC	46	neobsazeno
2C47	DR1	PPC	47	neobsazeno
2C48	DR1	PPC	48	neobsazeno

Linka		Odkud			Kam		
Kabel	Vlákno	Panel	Port	Ferule	Panel	Port	Ferule
MMFO1	1	OPA	1	1	OP1	1	2
MMFO1	2	OPA	1	2	OP2	1	1
MMFO1	3	OPA	neobsazeno		OP3	neobsazeno	
MMFO1	4	OPA	neobsazeno		OP4	neobsazeno	

Příloha číslo 3: Patch panely - schéma zapojení

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

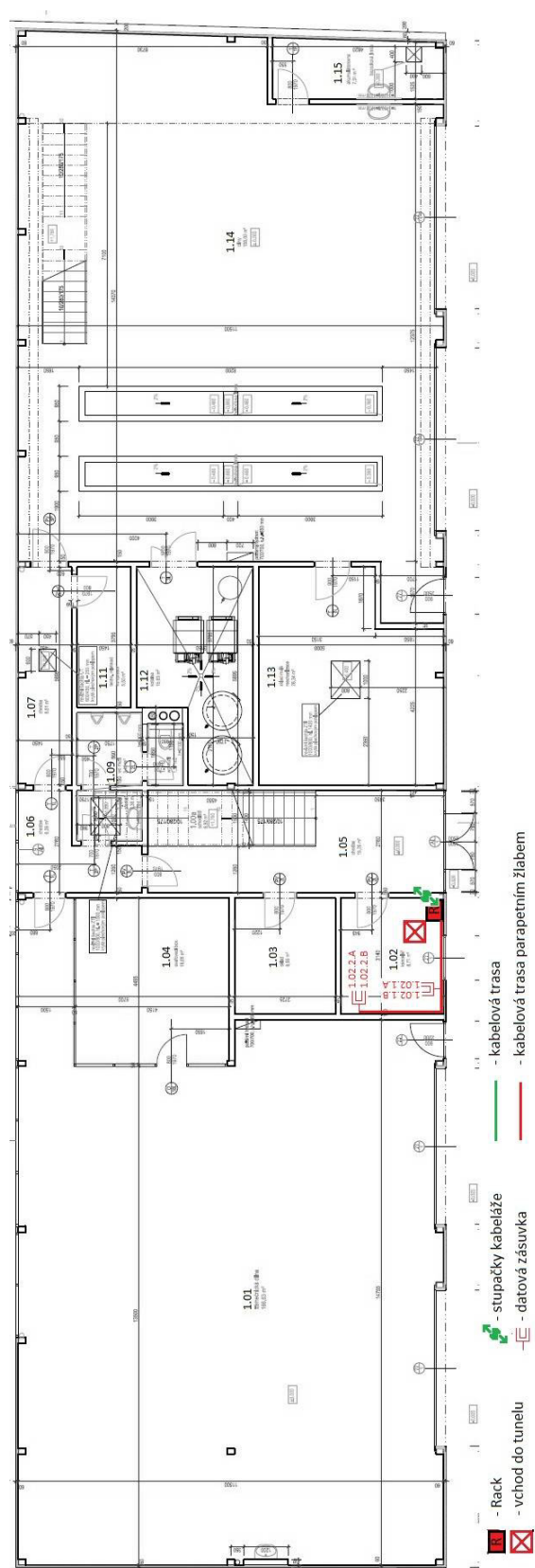
Patch panel PPA																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2A1	2A2	2A3	2A4	2A5	2A6	2A7	2A8	2A9	2A10	2A11	2A12	2A13	2A14	2A15	2A16	2A17	2A18	2A19	2A20	2A21	2A22	2A23	2A24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2A25	2A26	2A27	2A28	2A29	2A30	2A31	2A32	2A33	2A34	2A35	2A36	2A37	2A38	2A39	2A40	2A41	2A42	2A43	2A44	2A45	2A46	2A47	2A48

Patch panel PPB																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2B1	2B2	2B3	2B4	2B5	2B6	2B7	2B8	2B9	2B10	2B11	2B12	2B13	2B14	2B15	2B16	2B17	2B18	2B19	2B20	2B21	2B22	2B23	2B24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2B25	2B26	2B27	2B28	2B29	2B30	2B31	2B32	2B33	2B34	2B35	2B36	2B37	2B38	2B39	2B40	2B41	2B42	2B43	2B44	2B45	2B46	2B47	2B48

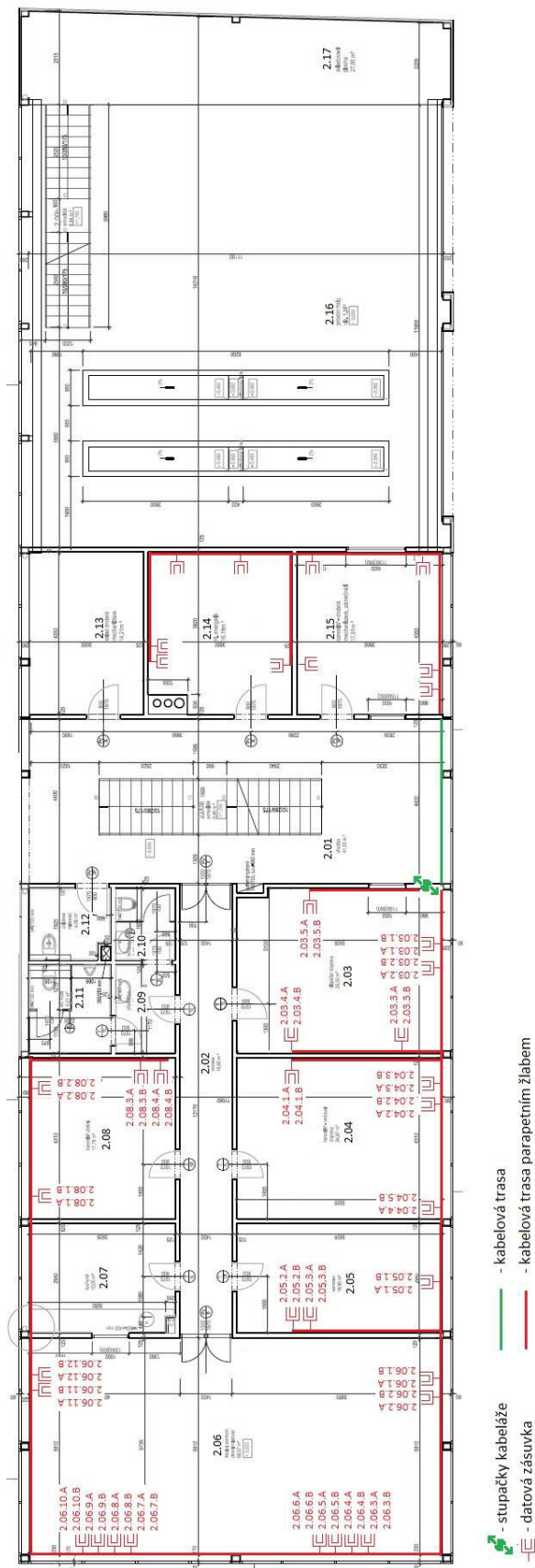
Patch panel PPC																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2C1	2C2	2C3	2C4	2C5	2C6	2C7	2C8	2C9	2C10	2C11	2C12	2C13	2C14	2C15	2C16	2C17	2C18	2C19	2C20	2C21	2C22	2C23	2C24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2C25	2C26	2C27	2C28	2C29	2C30	2C31	2C32	2C33	2C34	2C35	2C36	2C37	2C38	2C39	2C40	2C41	2C42	2C43	2C44	2C45	2C46	2C47	2C48

Příloha číslo 4: Rozmístění kabelových tras a zásuvek v objektu

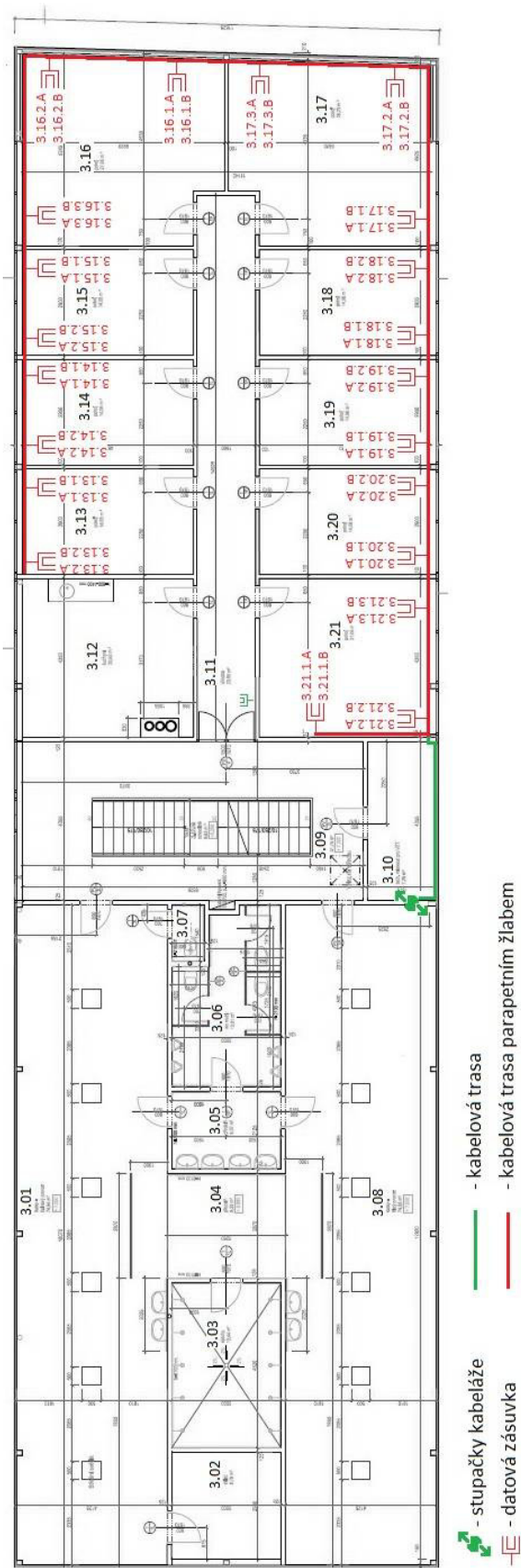
1. nadzemní podlaží



2. nadzemní podlaží

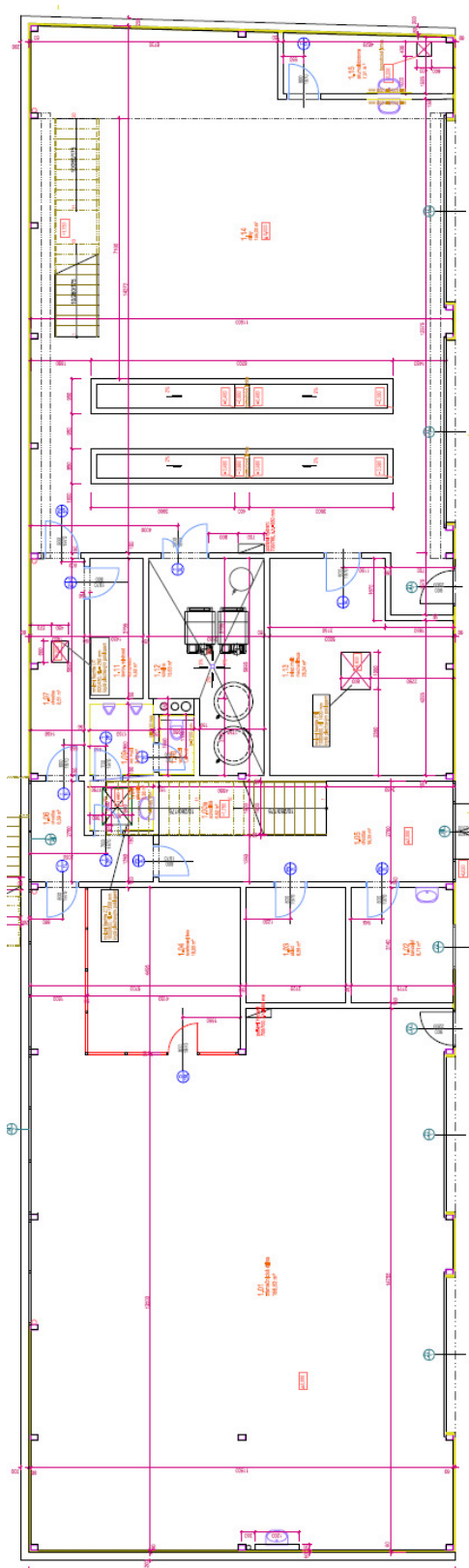


3. nadzemní podlaží



Příloha číslo 5 : Půdorysy podlaží budovy

1. nadzemní podlaží



This architectural floor plan depicts a building layout with various rooms and corridors. The plan is oriented with a north arrow pointing towards the top right. Key features include:

- Rooms and Areas:**
 - Room 2.01: 11.77 m²
 - Room 2.02: 11.77 m²
 - Room 2.03: 11.77 m²
 - Room 2.04: 11.77 m²
 - Room 2.05: 11.77 m²
 - Room 2.06: 11.77 m²
 - Room 2.07: 11.77 m²
 - Room 2.08: 11.77 m²
 - Room 2.09: 11.77 m²
 - Room 2.10: 11.77 m²
 - Room 2.11: 11.77 m²
 - Room 2.12: 11.77 m²
 - Room 2.13: 11.77 m²
 - Room 2.14: 11.77 m²
 - Room 2.15: 11.77 m²
 - Room 2.16: 11.77 m²
 - Room 2.17: 11.77 m²
 - Room 2.18: 11.77 m²
 - Room 2.19: 11.77 m²
 - Room 2.20: 11.77 m²
 - Room 2.21: 11.77 m²
 - Room 2.22: 11.77 m²
 - Room 2.23: 11.77 m²
 - Room 2.24: 11.77 m²
 - Room 2.25: 11.77 m²
 - Room 2.26: 11.77 m²
 - Room 2.27: 11.77 m²
 - Room 2.28: 11.77 m²
 - Room 2.29: 11.77 m²
 - Room 2.30: 11.77 m²
 - Room 2.31: 11.77 m²
 - Room 2.32: 11.77 m²
 - Room 2.33: 11.77 m²
 - Room 2.34: 11.77 m²
 - Room 2.35: 11.77 m²
 - Room 2.36: 11.77 m²
 - Room 2.37: 11.77 m²
 - Room 2.38: 11.77 m²
 - Room 2.39: 11.77 m²
 - Room 2.40: 11.77 m²
 - Room 2.41: 11.77 m²
 - Room 2.42: 11.77 m²
 - Room 2.43: 11.77 m²
 - Room 2.44: 11.77 m²
 - Room 2.45: 11.77 m²
 - Room 2.46: 11.77 m²
 - Room 2.47: 11.77 m²
 - Room 2.48: 11.77 m²
 - Room 2.49: 11.77 m²
 - Room 2.50: 11.77 m²
 - Room 2.51: 11.77 m²
 - Room 2.52: 11.77 m²
 - Room 2.53: 11.77 m²
 - Room 2.54: 11.77 m²
 - Room 2.55: 11.77 m²
 - Room 2.56: 11.77 m²
 - Room 2.57: 11.77 m²
 - Room 2.58: 11.77 m²
 - Room 2.59: 11.77 m²
 - Room 2.60: 11.77 m²
 - Room 2.61: 11.77 m²
 - Room 2.62: 11.77 m²
 - Room 2.63: 11.77 m²
 - Room 2.64: 11.77 m²
 - Room 2.65: 11.77 m²
 - Room 2.66: 11.77 m²
 - Room 2.67: 11.77 m²
 - Room 2.68: 11.77 m²
 - Room 2.69: 11.77 m²
 - Room 2.70: 11.77 m²
 - Room 2.71: 11.77 m²
 - Room 2.72: 11.77 m²
 - Room 2.73: 11.77 m²
 - Room 2.74: 11.77 m²
 - Room 2.75: 11.77 m²
 - Room 2.76: 11.77 m²
 - Room 2.77: 11.77 m²
 - Room 2.78: 11.77 m²
 - Room 2.79: 11.77 m²
 - Room 2.80: 11.77 m²
 - Room 2.81: 11.77 m²
 - Room 2.82: 11.77 m²
 - Room 2.83: 11.77 m²
 - Room 2.84: 11.77 m²
 - Room 2.85: 11.77 m²
 - Room 2.86: 11.77 m²
 - Room 2.87: 11.77 m²
 - Room 2.88: 11.77 m²
 - Room 2.89: 11.77 m²
 - Room 2.90: 11.77 m²
 - Room 2.91: 11.77 m²
 - Room 2.92: 11.77 m²
 - Room 2.93: 11.77 m²
 - Room 2.94: 11.77 m²
 - Room 2.95: 11.77 m²
 - Room 2.96: 11.77 m²
 - Room 2.97: 11.77 m²
 - Room 2.98: 11.77 m²
 - Room 2.99: 11.77 m²
 - Room 3.00: 11.77 m²
 - Room 3.01: 11.77 m²
 - Room 3.02: 11.77 m²
 - Room 3.03: 11.77 m²
 - Room 3.04: 11.77 m²
 - Room 3.05: 11.77 m²
 - Room 3.06: 11.77 m²
 - Room 3.07: 11.77 m²
 - Room 3.08: 11.77 m²
 - Room 3.09: 11.77 m²
 - Room 3.10: 11.77 m²
 - Room 3.11: 11.77 m²
 - Room 3.12: 11.77 m²
 - Room 3.13: 11.77 m²
 - Room 3.14: 11.77 m²
 - Room 3.15: 11.77 m²
 - Room 3.16: 11.77 m²
 - Room 3.17: 11.77 m²
 - Room 3.18: 11.77 m²
 - Room 3.19: 11.77 m²
 - Room 3.20: 11.77 m²
 - Room 3.21: 11.77 m²
 - Room 3.22: 11.77 m²
 - Room 3.23: 11.77 m²
 - Room 3.24: 11.77 m²
 - Room 3.25: 11.77 m²
 - Room 3.26: 11.77 m²
 - Room 3.27: 11.77 m²
 - Room 3.28: 11.77 m²
 - Room 3.29: 11.77 m²
 - Room 3.30: 11.77 m²
 - Room 3.31: 11.77 m²
 - Room 3.32: 11.77 m²
 - Room 3.33: 11.77 m²
 - Room 3.34: 11.77 m²
 - Room 3.35: 11.77 m²
 - Room 3.36: 11.77 m²
 - Room 3.37: 11.77 m²
 - Room 3.38: 11.77 m²
 - Room 3.39: 11.77 m²
 - Room 3.40: 11.77 m²
 - Room 3.41: 11.77 m²
 - Room 3.42: 11.77 m²
 - Room 3.43: 11.77 m²
 - Room 3.44: 11.77 m²
 - Room 3.45: 11.77 m²
 - Room 3.46: 11.77 m²
 - Room 3.47: 11.77 m²
 - Room 3.48: 11.77 m²
 - Room 3.49: 11.77 m²
 - Room 3.50: 11.77 m²
 - Room 3.51: 11.77 m²
 - Room 3.52: 11.77 m²
 - Room 3.53: 11.77 m²
 - Room 3.54: 11.77 m²
 - Room 3.55: 11.77 m²
 - Room 3.56: 11.77 m²
 - Room 3.57: 11.77 m²
 - Room 3.58: 11.77 m²
 - Room 3.59: 11.77 m²
 - Room 3.60: 11.77 m²
 - Room 3.61: 11.77 m²
 - Room 3.62: 11.77 m²
 - Room 3.63: 11.77 m²
 - Room 3.64: 11.77 m²
 - Room 3.65: 11.77 m²
 - Room 3.66: 11.77 m²
 - Room 3.67: 11.77 m²
 - Room 3.68: 11.77 m²
 - Room 3.69: 11.77 m²
 - Room 3.70: 11.77 m²
 - Room 3.71: 11.77 m²
 - Room 3.72: 11.77 m²
 - Room 3.73: 11.77 m²
 - Room 3.74: 11.77 m²
 - Room 3.75: 11.77 m²
 - Room 3.76: 11.77 m²
 - Room 3.77: 11.77 m²
 - Room 3.78: 11.77 m²
 - Room 3.79: 11.77 m²
 - Room 3.80: 11.77 m²
 - Room 3.81: 11.77 m²
 - Room 3.82: 11.77 m²
 - Room 3.83: 11.77 m²
 - Room 3.84: 11.77 m²
 - Room 3.85: 11.77 m²
 - Room 3.86: 11.77 m²
 - Room 3.87: 11.77 m²
 - Room 3.88: 11.77 m²
 - Room 3.89: 11.77 m²
 - Room 3.90: 11.77 m²
 - Room 3.91: 11.77

