



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH KOMUNIKAČNÍ SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY SÍDLA FIRMY

DESIGN OF COMPANY HEADQUARTER COMMUNICATION NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jaroslav Kazimier

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Jaroslav Kazimier
Studijní program:	Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Manažerská informatika
Vedoucí práce:	doc. Ing. Vít Novotný, 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 komunikační síťové infrastruktury sídla firmy

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretické podklady práce
Analýza současného stavu a požadavků
Rozbor možných řešení a výběr optimálního z nich
Vlastní návrh řešení
Závěrečné zhodnocení výsledků
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je návrh projektu řešícího zasíťování budovy firmy. Jedná se o řešení zahrnující pevný i bezdrátový přístup k datovým službám s napojením do veřejného Internetu i možností připojení kamerového systému. Vstupem pro návrh je půdorys plánovaných prostorů a seznam požadavků na kabeláž, počet přípojek v daných typech místností, propustnosti přípojek, garanci a další, stanovené investorem. Práce bude obsahovat jak teoretickou průpravu, tak i rozbor požadavků a vlastní návrh řešení završený projektovou dokumentací včetně ekonomické rozvahy.

Základní literární prameny:

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů III: Integrovaná podniková infrastruktura. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-8-214-5241-1.

KŘÍŽ, J. a P. SEDLÁK. Audiovizuální a datové konvergence. Brno: CERM, 2012. ISBN 978-80-72-4-784-0.

KUROSE, J. F. a K. W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-2513--25-0.

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

Cieľom bakalárskej práce je návrh komunikačnej sieťovej infraštruktúry sídla firmy Jut-EL. Práca je členená do štyroch hlavných kapitol. Prvá predstavuje teoretický základ, v ktorom popisujeme referenčný model ISO/OSI, topológiu, typy počítačových sietí a ďalšie príbuzné pojmy súvisiace s infraštruktúrou kabelážneho systému. V nasledujúcich častiach analyzujeme súčasný stav firmy Jut-EL. Na základe podkladov o spoločnosti vrátane jej charakteristiky sme stanovili vlastný návrh komunikačnej sieťovej infraštruktúry s využitím najkvalitnejších výrobkov, vrátane finančnej stránky celého projektu.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Komunikačná infraštruktúra, kabelážny systém, dátový rozvádzač, kategória 5e, sídlo firmy

ABSTRACT

Main goal of bachelor thesis is a commission of network communication infrastructure of Jut-EL LLC headquarters. Thesis is divided into four main chapters. The first chapter presents theoretical basis of ISO/OSI reference model, topology, computer network types, and other concepts related to cable system infrastructure. Following section analyzes current state of Jut-EL LLC. We inferred our own design of network communication infrastructure with use of the highest quality networking products based on the information given about the company, including its characteristics. Thesis also includes the financial side of entire project.

KEY WORDS

Communication infrastructure, cable system, data cabinet, category 5e, headquarters

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

KAZIMIER, Jaroslav. *Návrh komunikační síťové infrastruktury sídla firmy* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135257>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.
Prehlasujem, že citácia pôvodných použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským)

V Brne, dňa:

.....

Jaroslav Kazimier

POĎAKOVANIE

Chcel by som sa poďakovať hlavne pánovi doc. Ing. Vítovi Novotnému za cenné odborné rady, pomoc a konzultácie počas vypracovania bakalárskej práce. Taktiež sa chcem poďakovať mojej rodine a priateľom, ktorí ma v tomto období neustále podporovali.

OBSAH

1. ÚVOD.....	11
2. CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA.....	12
3. TEORETICKÉ PODKLADY PRÁCE.....	13
3.1. Referenčný model ISO/OSI.....	13
3.1.1. Fyzická vrstva.....	13
3.1.2. Linková vrstva.....	14
3.1.3. Sieťová vrstva.....	14
3.1.4. Transportná vrstva.....	14
3.1.5. Relačná vrstva.....	14
3.1.6. Prezentačná vrstva.....	14
3.1.7. Aplikačná vrstva.....	15
3.2. Topológie.....	15
3.2.1. Zbernica (bus).....	15
3.2.2. Kruh (ring).....	16
3.2.3. Hviezda (star).....	17
3.2.4. Ďalšie typy topológií.....	17
3.3. Typy počítačových sietí.....	18
3.3.1. LAN.....	18
3.3.2. MAN.....	18
3.3.3. WAN.....	19
3.4. Členenie infraštruktúry kabeľného systému.....	19
3.4.1. Horizontálna sekcia.....	19
3.4.2. Horizontálna sekcia s použitím metalickej kabeľáže.....	19
3.4.3. Horizontálna sekcia s použitím optických vlákien.....	20
3.4.4. Chrbtová sekcia.....	20
3.4.5. Pracovná sekcia.....	20
3.5. Vplyv konštrukcie na prenosové parametre.....	21
3.5.1. Crosstalk medzi párami káblov.....	23
3.5.2. Alien crosstalk.....	24
3.5.3. Tienenie metalických káblov.....	25
3.6. Značenie prvkov kabeľného systému.....	26
3.6.1. Priamy identifikačný kód.....	26
3.7. Technické normy.....	27

4.	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU A POŽIADAVKOV	28
4.1.	Popis spoločnosti.....	28
4.2.	Popis lokality.....	28
4.3.	Popis objektu.....	28
4.4.	Popis podlaží	29
4.4.1.	Prvé podlažie.....	29
4.4.2.	Druhé podlažie	29
4.4.2.	Tretie podlažie	30
4.5.	Požiadavky investora	31
5.	VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA	32
5.1.	Návrh siete	32
5.2.	Sekcie kabeláže	32
5.2.1.	Chrbticová sekcia.....	32
5.2.2.	Horizontálna sekcia.....	33
5.3.	Analýza koncových portov	33
5.3.1.	Rozloženie príp. miest a ich množstvá	33
5.3.2.	Access pointy	35
5.3.3.	IP kamery	35
5.4.	Trasy kabeláže.....	36
5.4.1.	Fyzické prevedenie kabeláže	36
5.4.2.	Žľaby.....	36
5.4.3.	Lišty	37
5.4.4.	Dátové zásuvky	38
5.5.1.	Značenie horizontálnej sekcie.....	39
5.5.2.	Značenie chrbticovej sekcie.....	39
5.5.3.	Doplnkové značenie kabelážneho systému.....	40
5.6.1.	Dátový rozvádzač	41
5.6.2.	Patch panel.....	42
5.6.3.	Optická vaňa	42
5.7.	Aktívne prvky.....	43
5.7.1.	Switch	43
5.7.2.	Centrálny switch	43
5.7.3.	Optický modul	44
5.7.4.	Access point.....	44
5.8.	Návrh zapojenia aktívnych prvkov	45
5.9.	Požiadavky na stavebnú firmu a inštalácia kabelážneho systému	45
5.10	Ekonomické zhodnotenie	46

6.	ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV	48
7.	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	49
8.	ZOZNAM OBRÁZKOV	50
9.	ZOZNAM TABULIEK	51
10.	ZOZNAM PRÍLOH.....	52

1. ÚVOD

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom komunikačnej sieťovej infraštruktúry pre pripravovanú stavbu sídla firmy Jut-EL, ktorá sa má nachádzať v neďalekom okolí mesta Námestovo. Objekt má byť trojpodlažný a súčasťou objektu je aj sklad materiálu firmy. Práca vychádza z podkladov v podobe pôdorysu pripravovanej budovy a požiadaviek investora, ktorého súčasťou nie je len zabezpečenie dátového prenosu na pracovné stanice, ale aj pokrytie objektu signálom WiFi a príprava siete pre zapojenie IP kamier, ktorých prioritnou úlohou je monitorovanie skladu materiálu firmy. Práca obsahuje teoretické podklady súvisiace s danou problematikou, vlastný návrh riešenia, ktorého súčasťou sú navrhnuté káblové trasy, umiestnenie dátových zásuviek a ich zaznačenie v pôdorysoch budovy, výber aktívnych prvkov a navrhnutie ich zapojenia, ale aj ekonomickú rozvahu, ktorá hodnotí náklady vynaložené na realizáciu projektu.

2. CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA

Cieľom práce je návrh komunikačnej sieťovej infraštruktúry pre vybranú budovu tak, aby spĺňala všetky požiadavky investora, a zároveň aby spĺňala všetky štandardy z pohľadu bezpečnosti, vrátane funkčnosti a spoľahlivosti.

Prvú časť práce tvoria teoretické podklady, ktoré sú akýmsi sprievodcom v oblasti danej problematiky.

Druhú časť tvorí analýza investora a jeho požiadaviek. Táto časť je pre vypracovanie návrhu kľúčová, keďže jej súčasťou je pôdorys objektu a investorova predstava o realizácii infraštruktúry.

Poslednú časť tvorí samotný návrh, od výberu materiálu pre trasy kabeláže, ich fyzické zobrazenie na upravených pôdorysoch, zobrazenie portov, vysvetlenie logiky ich značenia, výber aktívnych prvkov, návrh ich zapojenia, ale aj celé ekonomické zhodnotenie nákladov vynaložených na realizáciu projektu.

Súčasťou práce je aj niekoľko príloh, ktoré slúžia ako doplnková časť k praktickému návrhu práce.

3. TEORETICKÉ PODKLADY PRÁCE

Ako je už z názvu jasné, kapitola sa zaoberá základnými teoretickými podkladmi potrebnými k vypracovaniu praktickej časti práce.

3.1. Referenčný model ISO/OSI

Ide o všeobecný model definujúci sieťovú komunikáciu, v ktorom je definovaných, na seba navzájom nadväzujúcich, sedem vrstiev. Prvé štyri vrstvy slúžia na prenos, zatiaľ čo zvyšné tri sú orientované na aplikácie (obr. 1). [1]

7. Aplikačná vrstva
6. Prezentačná vrstva
5. Relačná vrstva
4. Transportná vrstva
3. Sieťová vrstva
2. Linková vrstva
1. Fyzická vrstva

Obr. 1 Referenčný model ISO/OSI

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

3.1.1. Fyzická vrstva

Jedná sa o najnižšiu vrstvu OSI modelu, ktorá je zodpovedná za prenos bitov informácií z jedného miesta na druhé. Úlohou fyzickej vrstvy je zaistenie spojenia s ďalšími zariadeniami a zaoberať sa ďalšími elektrickými, mechanickými a procedurálnymi atribútmi prenosu. Elektrické atribúty popisujú úroveň napätia a prúdu. Mechanické atribúty znázorňujú komponenty potrebné pre zaistenie prenosu – kabeláž a konektory. Procedurálne atribúty sa zaoberajú sekvenciou činností potrebných na prenos dát rozhraním. [2,3]

3.1.2. Linková vrstva

Dátové bity prúdiace z fyzickej vrstvy sú v linkovej vrstve uvedené do kontextu spojenia v zmysle sieťovej trasy medzi vysielajúcim a prijímacím systémom. Zhlukuje 1 a 0 do rámcov – série bitov, ktoré tvoria jednotku dát v linkovej vrstve. Vrstva detekuje a napráva chyby spôsobené pri prenose pomocou ECM (error correction method). Taktiež zaisťuje kontrolu nad tokom dát aby nedošlo k preťaženiu dátových koncových zariadení (DTE). [2,3]

3.1.3. Sieťová vrstva

Sieťová vrstva poskytuje funkcie riadenia a smerovania dát cestujúce medzi jednotlivými sieťami. Základnou jednotkou sieťovej vrstvy je paket. Sieťová vrstva taktiež zaisťuje správu dátového toku, ktorá zabraňuje zahlteniu podsiete veľkým množstvom paketov. Logika pre kontrolu toku spočíva v trasách, ktoré sú výsledkom smerovania. [2]

3.1.4. Transportná vrstva

Transportná vrstva prepája sieťovú vrstvu s relačnou vrstvou. Vykonáva službu odosielania a prijímania segmentov dát do relačnej vrstvy. Taktiež vykonáva korektné zoradenie prijatých paketov, riadenie toku a potvrdenie prijatia, takzvaného message acknowledgement. [2]

3.1.5. Relačná vrstva

Relačná vrstva poskytuje mechanizmy na nadviazanie, udržanie, synchronizáciu a manažovanie spojenia medzi sieťovými jednotkami. Relačná vrstva má preddefinované špecifické služby, fundamenty a dátové jednotky protokolov Medzinárodnou organizáciou pre štandardizáciu. Pomocou synchronizácie sa docieli nielen spoľahlivosť, ale aj efektívnosť vysielaných relácií. [3]

3.1.6. Prezentačná vrstva

Na prezentačnej vrstve prebieha formátovanie, kompresia a dekompresia, šifrovanie a dešifrovanie dát. Ak prijíma dáta z relačnej vrstvy, prebieha dekompresia a dešifrovanie. Proces je obrátený ak vstupné dáta prijíma z vrstvy aplikačnej. Taktiež prijíma rôzne dátové typy z aplikačnej vrstvy (napríklad int, char,...)

a predáva ich ekvivalentnej vrstve, ak sa jedná o syntaktickú reprezentáciu. Prezentačná vrstva častokrát však splýva s relačnou vrstvou. [2,3]

3.1.7. Aplikačná vrstva

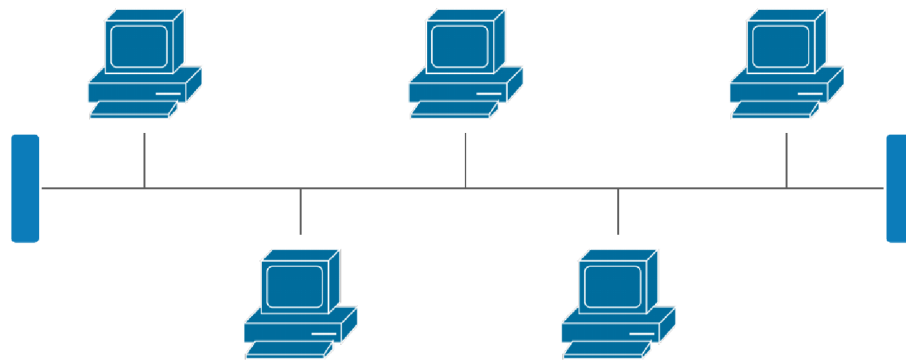
Na aplikačnej vrstve už pracuje konkrétny software, s ktorým je v priamej interakcii už koncový užívateľ. Medzi programy aplikačnej vrstvy radíme webové prehliadače, CLI, e-mailových klientov, rôzne kancelárske balíky a podobne. Vrstva tiež podporuje end-user funkcie ako prihlásenie alebo prenos súborov.

3.2. Topológie

Jedná sa o kvalitatívnu geometriu popisujúcu vzájomne usporiadanie konkrétnych prvkov – koncových uzlov. Môžeme teda tvrdiť, že hovoríme o akejsi mape siete. Topológie členíme na dva základne typy – fyzické a logické. Pri fyzickej hovoríme o reálnom fyzickom uložení a zapojení konkrétnych káblov k uzlom. Pri logickej sa jedná o spôsob prepojenia na fyzicky zapojených kábloch k uzlom, čo znamená, že logické prepojenie môže byť odlišné od fyzického zapojenia. V praxi rozoznávame 3 základné topológie: zbernica (bus), kruh (ring) a hviezda (star). No existujú aj ďalšie a niekedy sa v reálnom prostredí stretáme aj s rôznymi kombináciami topológií. [1]

3.2.1. Zbernica (bus)

Hovoríme o jednom z najbežnejších prenosových médií, ktoré spája dva a viac sieťových uzlov pomocou jedného kábla, ktorý slúži ako chrbtica. Informácie putujú po trase cez všetky uzly, až kým nedorazí do uzlu, ktorému bola informácia adresovaná. Toto má za následok spomalenie a čiastočné oslabenie signálu. Zbernica musí mať zakončenie. Medzi výhody patri napríklad jednoduchá inštalácia a nízke náklady, no na druhej strane je náročné pridať nový uzol, resp. zariadenie a pri veľkej vyťažnosti narážame na spomalenie toku informácii (obr. 2). [2]

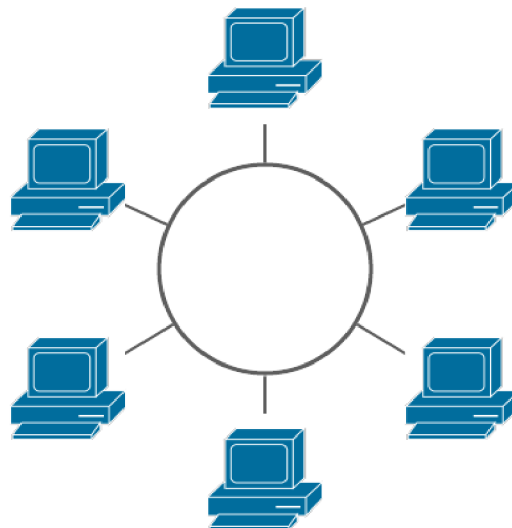


Obr. 1 Topológia zbernice

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

3.2.2. Kruh (ring)

V kruhovej topológii (obr. 3) je každý uzol počiatočným a zároveň aj koncovým bodom dátového prenosu. Pri inštalácii je nutné určiť smer toku, aby sa zabránilo kolíziám signálu a interferenciám, prípadne použiť takzvanú topológiu dvojitého kruhu, kedy je možné posielat' informácie v oboch smeroch. Medzi výhody patrí jednoduchá inštalácia, rýchla detekcia chyby a v kruhovej topológii neexistuje nadradený uzol – všetky sú si rovné. K nevýhodám radíme limitovanú maximálnu dĺžku topológie a počet pripojených uzlov a chyba na jednom uzle môže ovplyvniť celú sieť. [2]

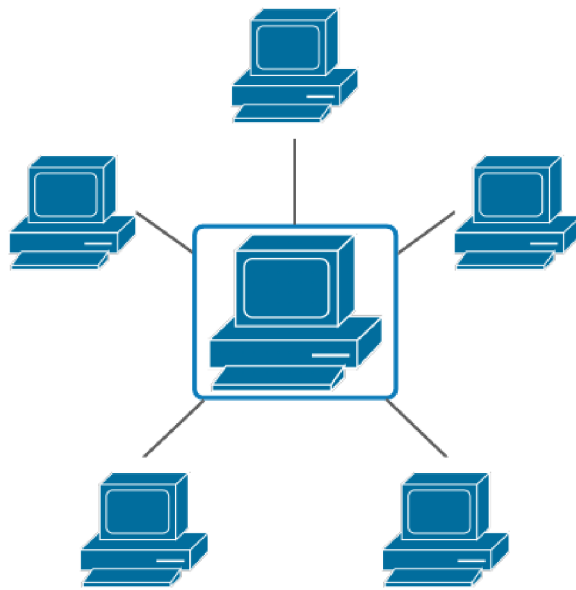


Obr. 3 Kruhová topológia

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

3.2.3. Hviezda (star)

V praxi veľmi často využívaná topológia (obr. 4), kde sa jednotlivé zariadenia vetvia z centrálného uzlu, spojené bod-bod. Všetky dáta v sieti putujú cez centrálny uzol, ktorý ich adresuje do koncového zariadenia. Hlavnou výhodou je vetvenie siete, kde porucha jedného z koncových uzlov nijako neovplyvní ostatné zariadenia. Taktiež je dostupné pridávanie nových koncových zariadení bez ovplyvnenia chodu siete. No pri poruche centrálného uzlu dochádza k výpadku celej siete. [3]

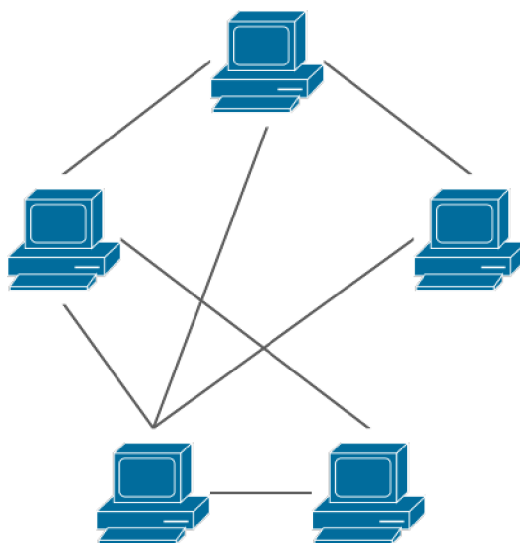


Obr. 4 Hviezdicová topológia

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

3.2.4. Ďalšie typy topológií

Existuje aj ďalší typ topológie (obr. 5), ktorá nemá ucelený názov – môžeme pre ňu nájsť pomenovanie polynóm, polygón, prípadne mesh – spleť. Ide o topológiu kde sú všetky uzly, prípadne vybrané, navzájom prepojené. Táto topológia najvýhodnejšie rieši záložné trasy. Medzi nevýhody, ale patrí náročnosť konfigurácie a údržby a vysoké náklady. [1,3]



Obr. 5 Mesh topológia – neúplné prepojenie

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

3.3. Typy počítačových sietí

Typ siete môže byť určený veľkosťou, jej majiteľom, fyzickou architektúrou alebo pokrytím. Najbežnejšie je delenie do troch typov podľa fyzickej veľkosti. [3]

3.3.1. LAN

LAN alebo lokálna sieť je privátna sieť limitovaná rozsahom, často jedna miestnosť, poschodie alebo budova s obmedzeným počtom administratívnych jednotiek, resp. domén a podsietí. Podstatou LAN je poskytnutie jednoduchého prístupu ku koncovým dátovým zariadeniam (DTE) v budove a umožnení ich vzájomnej komunikácie. [2]

3.3.2. MAN

MAN alebo metropolitná sieť dokáže prepojiť zariadenia vo väčšom vzdialenosti ako je rozsah LAN – mesto alebo skupina budov. Zakladá na prenose pomocou optických vlákien vďaka ktorým dosahuje nielen veľkú vzdialenosť ale aj prenosovú rýchlosť. MAN je špecifikovaná štandardom IEEE 802.6. [3]

3.3.3. WAN

Posledným typom delenia počítačovej siete podľa veľkosti je WAN – rozľahlá sieť. Ide o siete, ktoré fungujú na veľké vzdialenosti – sieť pokrývajúca mesto, región, štát alebo celý svet. V vybudovaní WAN je potrebné zapojiť technológiu prepínania alebo smerovania a skupinu protokolov, ktoré vytvoria trasy. WAN používa hierarchické adresovanie kvôli zjednodušenému routovaniu. Adresovanie je potrebné k určeniu, ktorý vstup bude prepojený do konkrétneho výstupu. Typickým príkladom WAN je Internet. [3]

3.4. Členenie infraštruktúry kabelážneho systému

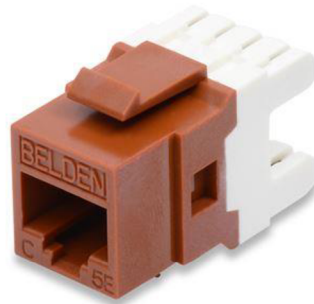
3.4.1. Horizontálna sekcia

Horizontálna sekcia prepája dátový rozvádzač s zásuvkou pracoviska. Podľa názvu môžeme dedukovať, že kabeláž je vedená v len horizontálnej rovine. Horizontálna sekcia sa najčastejšie skladá z metalického vedenia, no je možné ju realizovať aj pomocou optických vlákien. V takom prípade ide o variantu Fiber-to-Desk. Horizontálna sekcia znázorňuje prepojenie uzlu – dátový alebo telekomunikačný rozvádzač – s jednotlivými užívateľskými výstupmi TO (telecommunications outlet). Ak sa jedná o fyzickú topológiu, pri horizontálnej sekcii je to vždy hviezda (star). V prípade potreby štruktúrovaná kabeláž umožňuje na fyzickej topológii aj zapojenie zariadení do logických topológií kruh alebo zbernica. Toto sa týka metalických kabeláží. [1]

3.4.2. Horizontálna sekcia s použitím metalickej kabeláže

Sekciu tvorí linka s maximálnou dĺžkou elektrického vedenia 90m, čo znamená že skutočná dĺžka kábla je kratšia kvôli skrúteným párom. Linka prepája konektor, resp. modulárnu zásuvku, v prepojovacom paneli s konektorom v dátovej zásuvke. Konektor v dátových zásuvkách TO je najčastejšie Jack RJ45 (port), ktorý je obvykle aj na druhej strane linky, v dátovom rozvádzači (obr. 6). V konektore musia byť vždy zakončené všetky štyri páry kábla. Výhodou zakončenia linky z oboch koncov rovnakým typom konektoru a rovnakými zárezovými technológiami je v dobrých prenosových vlastnostiach. Ak používame kabeláž, ktorá vyžaduje tienenie, je potrebné zaistiť vysoko kvalitné spojenie tienenia kábla s tienením konektora. Uzemnenie tienenia sa vždy

realizuje v dátovom rozvádzači. Horizontálna linka aj s pracovným vedením tvorí horizontálny kanál, ktorého maximálna povolená dĺžka elektrického vedenia je 100m. [1]



Obr. 6 Modulárny konektor RJ45

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring, 2021 [online].
[cit. 2021-04-29]. Dostupné na: <https://panduit.com>

3.4.3. Horizontálna sekcia s použitím optických vlákien

Ide o vyššie spomínanú variantu – Fiber-to-Desk, pre ktorú platia rovnaké pravidlá pre linky (dĺžka vedenia) ako pri horizontálnej sekcii realizovanej použitím metalických káblov. [1]

3.4.4. Chrbtová sekcia

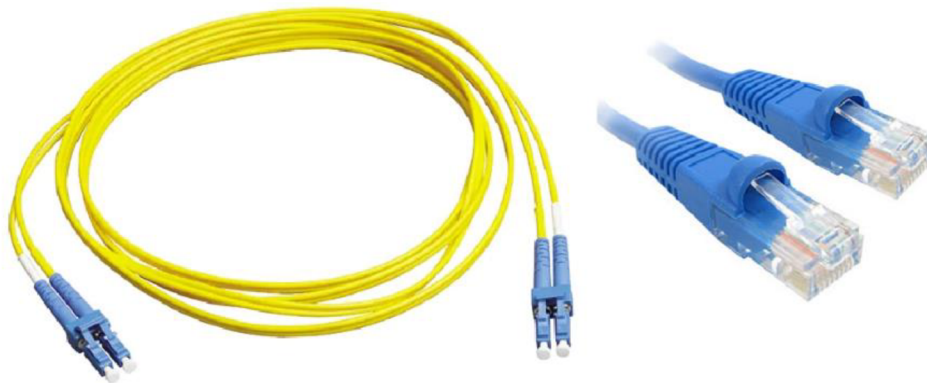
Topológia chrbtovej sekcie je definovaná ako hierarchická hviezda s možnosťou doplnenia ďalších káblov a uzlov. Toto nám umožňuje vytvoriť z nej úplný (príp. neúplný) polynóm. Chrbtové vedenie prepájajú dátové rozvádzače s potrebným vybavením. Podľa potreby je možné na chrbtovej sekcii realizovať aj redundantné trasy, priame a nepriame, pre zabezpečenie spoľahlivého systému. Pri tvorbe redundantnej trasy je potrebné dbať na fakt, aby káble viedli aj fyzicky odlišnou trasou. Pre realizáciu chrbtovej sekcie pre dáta sa používajú výhradne optické vlákna. [1]

3.4.5. Pracovná sekcia

Pracovná sekcia predlžuje horizontálnu alebo chrbtovú sekciu, čo znamená, že nemá vlastnú topológiu ale podriaďuje sa topológii predošlej sekcie. Pracovnú sekciu tvoria prepojovacie káble v dátovom rozvádzači a pripojovacie káble na pracovisku, tzn. od TO (port dátovej zásuvky) do koncového zariadenia. Dĺžka pracovného vedenia by

nemal v DR presiahnuť 5m, maximálna povolená dĺžka je 6m. Pri metalickej pracovnej sekcii musí byť kábel pružnej konštrukcie s vodičom typu lanko. [1]

Pri optickom pracovnom vedení sa na výrobu prepájacích a pripájacích káblov používa hlavne simplexný a duplexný kábel, výnimočne aj kábel konštrukcie OPDS. Optické pracovné káble sa nazývajú jumpers (obr. 7), ktoré majú na koncoch rôzne typy optických konektorov, zatiaľ čo metalické káble majú na oboch koncoch Plug RJ45. Dôvodom je, že typ konektora použitého v zariadení nemusí byť vhodný pre použitie optických vlákien chrbtovej či horizontálnej sekcie. Typ vlákna optického kábla použitého v pracovnej sekcii musí byť zhodný s typom vlákna optického kábla použitého v predchádzajúcej (chrbtovej alebo horizontálnej) sekcii. [1]

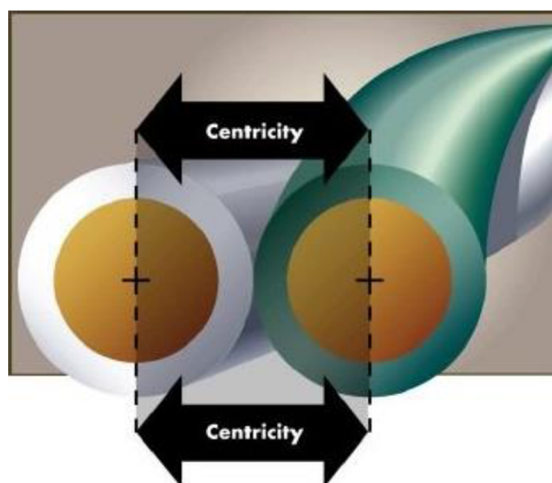


Obr. 7 Ukážka káblov v pracovnej sekcii - duplexný jumper pre optiku a metalický patch cord s plugom RJ45

Zdroj: Belden. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné na: <https://belden.com>

3.5. Vplyv konštrukcie na prenosové parametre

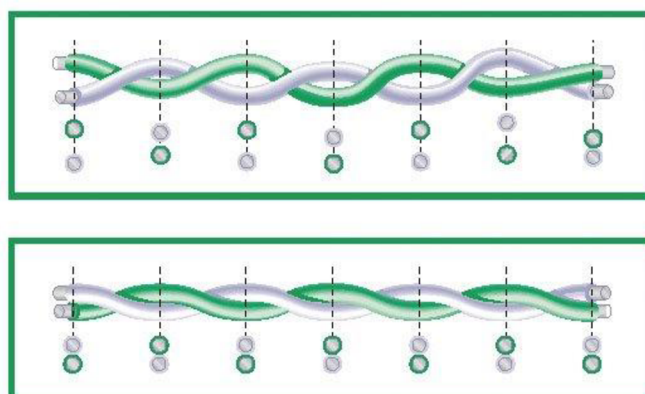
Základným výrobným materiálom metalických káblov je čistá meď. Vzhľadom na fakt, že na záver inštalácie je vyžadované meranie všetkých segmentov kabelážneho systému, sú parametre dátových kabeláží a ich výrobný proces veľmi ostro sledované. Konštrukcia (obr. 8) má zabrániť vonkajším vplyvom prostredia, nie ľudskému faktoru. [4]



Obr. 8 Konštrukcia krútenej dvojlinky

Zdroj: Belden. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné na: <https://belden.com>

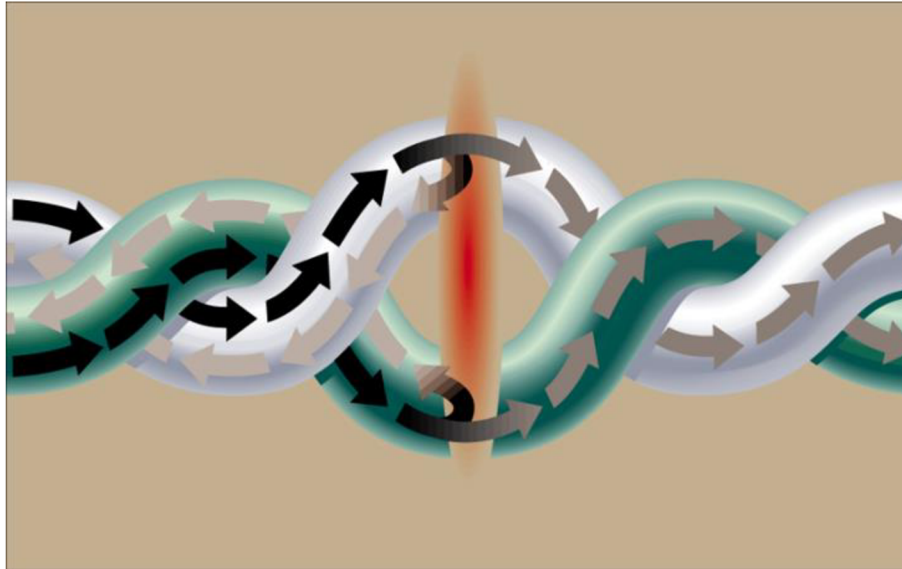
Pozdĺžna stabilita impedancie vedenia – tak sa nazýva základný parameter, ktorý ovplyvňuje takmer všetky ostatné prenosové parametre. Faktory, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú impedanciu, a teda aj prenosové vlastnosti, sú napríklad symetria párov krútenej dvojlinky (obr. 9), deštrukcia tejto symetrie pri ostrom ohýbaní kábla a do značnej miery aj tiahnutie kábla alebo jednotlivých párov. Pre zlepšenie prenosových parametrov sa pri výrobe používa zváranie párov, ktoré zaistí výrazne lepšiu symetriu párov, a to nielen pri ohybe a inom mechanickom namáhaní. [4]



Obr. 9 Porovnanie symetrie párov zváranej a nezváranej krútenej dvojlinky

Zdroj: Belden. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné na: <https://belden.com>

Nezváraný pár ma nekonzistentnú konštrukciu, ktorá negatívne ovplyvňuje nielen impedanciu, ale aj parametre ako Return Loss (útlm odrazu), FEXT (far end crosstalk) a NEXT (near end crosstalk). Zvárením párov sa zamedzí rozpadu symetrie (obr. 10).



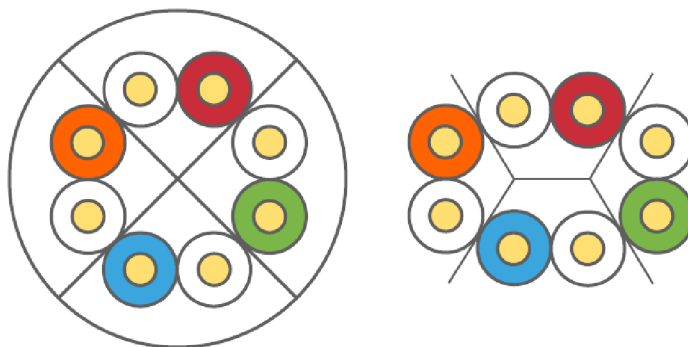
Obr. 10 Rozpad symetrie krútenej dvojlinky

Zdroj: Belden. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné na: <https://belden.com>

3.5.1. Crosstalk medzi párami káblov

Pre zamedzenie presluchu medzi párami sa pri konštrukcii používa napríklad rozdielna výška závitov zakrútenia jednotlivých párov – tzv. odlišné twistovanie. Toto má za následok inú elektrickú dĺžku jednotlivých párov, ktorá je príčinou rozdielového oneskorenia (Delay Skew). Toto opatrenie sa používa iba pre káble Cat.5 a nižšie. Pre káble Cat.6 a Cat.6A sa pomocou nemetalických krížov, ktoré sú pozdĺžne stáčané na zachovanie potrebného skrútenia všetkých štyroch párov v kábli, alebo separačných pásov zväčšuje vzájomná vzdialenosť jednotlivých párov kábla. Prípadne sa používa iné priestorové usporiadanie káblov – plochý prierez namiesto kruhového. Pre káble Cat.6A a Cat.7 je možné použiť vzájomné tienenie jednotlivých párov. [4]

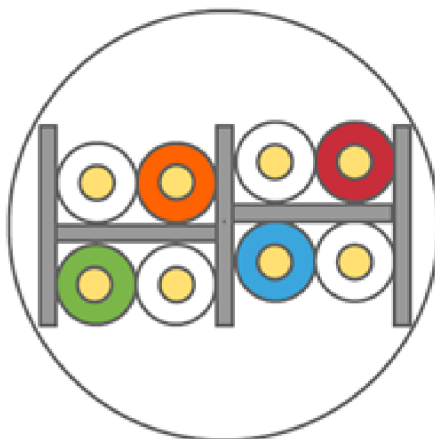
Pre zväčšenie vzájomnej vzdialenosti sa používa kríž x-spline alebo predĺžený kríž e-spline (obr. 11). Pri x-spline sú vždy dva páry, medzi ktorými je hodnota NEXT väčšia a to vplyvom elektrickej dĺžky párov. Tento jav sa eliminuje použitím e-spline a následným zväčšením vzájomnej vzdialenosti elektricky dlhších párov. [1]



Obr. 11 Zníženie presluchu s x-spline a e-spline

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

H-spline (obr. 12) je ďalším riešením, ktorý ešte viac od seba vzdiali všetky štyri páry proti sebe v priečnom smere. Používa sa najmä pri UTP káblach Cat.6A. Separáčna páska má podobný účinok ako nemetalický x-spline. [1]



Obr. 12 Zníženie presluchu použitím H-spline

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

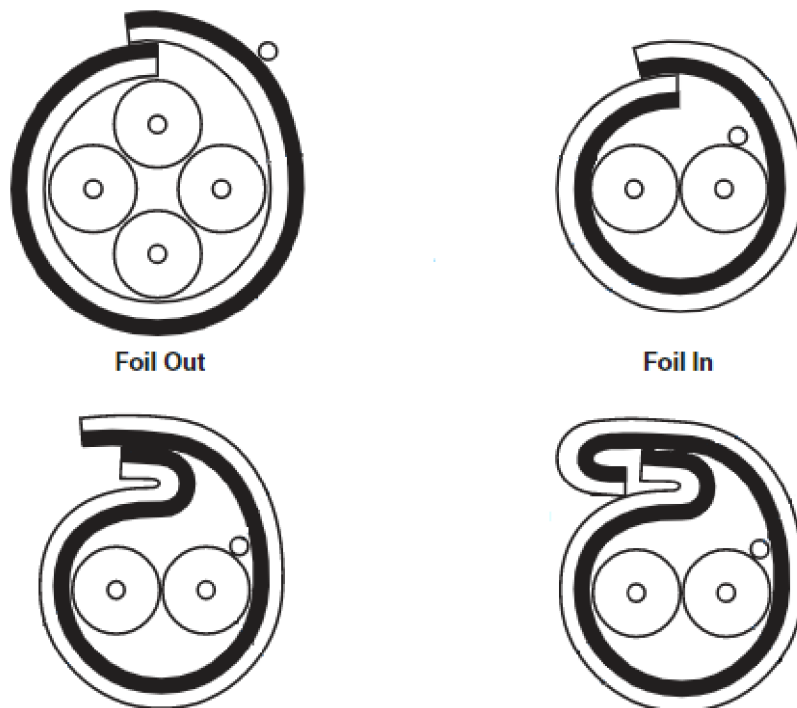
3.5.2. Alien crosstalk

Ide o presluchy medzi párami susedných káblov v zväzku káblov. Je možné ich znížiť zväčšením vzdialenosti káblov od seba, a to použitím organizérov káblov v trase, väčšou hrúbkou plášťa jednotlivých káblov alebo vhodný tvar prierezu. Prípadne je možné použiť distančný segment pod plášťom, ktorý je omotaný okolo párov, alebo h-spline, ktoré slúžia ako alternatíva k väčšej hrúbke plášťa. Ďalším spôsobom zamedzenia alien presluchov je použitie tzv. alien bariéry – tienenie káblov alebo použitie matrix pásky pre UTP káble.[1]

3.5.3 Tienenie metalických káblov

Tienenie funguje na princípe Faradayovej klietky a jeho primárnou úlohou je zabrániť preniknutiu elektromagnetického poľa páru alebo kábla do okolitého prostredia. Ďalej má zabrániť prieniku vonkajších elektromagnetického polí k párom kábla – ochrana pred rušením a presluchmi. Poznáme dva typy tienenia:

- tienenie opletením – aj pri najvyššej hustote opletenia nedokážeme zaručiť tienenie lepšie ako na 86%,
- tienenie fóliou – aby bola zaručené 100% tienenie, fólia musí byť vodivo uzatvorená okolo páru, aby sa zamedzilo vzniku medzery v tienení pri ohybe kábla.



Obr. 13 Zobrazenie nesprávneho a správneho riešenia tienenia fóliou

Zdroj: Belden. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné na: <https://belden.com>

Podľa tienenia potom káble krútenej dvojlinky TP delíme na:

- UTP – unshielded Twisted Pair, kábel bez tienenia
- STP – shielded Twisted Pair, kábel tienený opletením, tiež názov S/UTP
- FTP – foiled Twisted Pair, kábel tienený fóliou, tiež názov F/UTP
- ISTP – individually shielded Twisted Pair, samostatne tienené páry kábla fóliou a spoločne opletením, tiež používané názvy U/FTP a S/FTP [1,4]

3.6. Značenie prvkov kabelážneho systému

Neoddeliteľnou súčasťou návrhu je aj značenie prvkov kabelážneho systému, špecifikované európskou normou EN 50174, ktorá bližšie určuje prvky, ktoré musia byť označené. Značenie prvkov musí byť uvedené v káblových tabuľkách a vo výkresovej dokumentácii rozvádzačov a zásuviek. Akákoľvek prípadná zmena v značení musí byť zaznamenaná. Značenie musí byť jednoznačné, vždy čitateľné, musí odolať vonkajším vplyvom prostredia a musí byť odolné voči zmazaniu alebo zotretiu. Rozlišujeme tri základné typy značenia:

- identifikačné – popisuje jednotlivé prvky IKS
- informačné – informuje o dôležitých skutočnostiach
- výstražné – slúži na výstrahu pred nebezpečím

Pri tvorbe identifikačného kódu rozlišujeme dva postupy pri generovaní značenia a každý z nich má svoje výhody a nevýhody a je nutné použiť iba jeden z ďalej uvedených typov.[1]

3.6.1. Priamy identifikačný kód

Vychádza z filozofie priradenia portu dátovej zásuvky k jednotlivému portu v prepojovacom paneli. Z tohto vyplýva potreba definovania čísla objektu, poschodia, miestnosti na poschodí, zásuvky a portu v zásuvke v kóde, ktorý bude čitateľne napísaný nad portom v zásuvke a nemu odpovedajúcim portom v prepájacom paneli. Napriek tomu, že priamy identifikačný kód je zrozumiteľnejší, jeho hlavnou nevýhodou je dĺžka príslušného značenia – pri bežných objektoch sa odhaduje dĺžka 8 až 12 znakov, takže je vhodnejším variantom na kabeláže malého rozsahu.[1]

Formát priameho identifikačného kódu vyzerá nasledovne:

O.PP.MMM.ZZ.X kde:

O – číslo objektu,

PP – číslo poschodia,

MMM – číslo miestnosti,

ZZ – číslo zásuvky,

X – číslo portu v zásuvke (smerom zľava)

3.6.2. Reverzný identifikačný kód

Alternatívou k priamemu identifikačnému kódu je reverzný, resp. spätný, identifikačný kód. Už z názvu môžeme dedukovať, že filozofia pri tvorbe je úplne opačná. Z kódu, ktorý je napísaný nad príslušným portom zásuvky vieme presne určiť port v prepájacom paneli. Formát je vďaka tomu podstatne kratší.[1]

RPXX kde:

R – označenie dátového rozvádzača

P – označenie patch panelu

XX – označenie portu v patch paneli

Pri použití daného postupu značenia je vhodné mať v rozvádzači tabuľku s prehľadom miestností, prípadne aj výkres s umiestnením zásuviek, nie je to však nutné. Na kábloch a portoch zásuviek budú identifikačné štítky a na patch paneli bude iba jeden jediný štítok s označením panelu, porty sú už z výroby vopred označené. [1]

3.7. Technické normy

ISO IEC IS 11801 – univerzálne kabelážne systémy,

ČSN EN 50173-1 – univerzálne kabelážne systémy – všeobecné požiadavky,

ČSN EN 50173-2 – univerzálne kabelážne systémy – kancelárske priestory,

ČSN EN 50174-1 – inštalácia káblových rozvodov – špecifikácia a zabezpečenie kvality,

ČSN EN 50174-2 – inštalácia káblových rozvodov – plánovanie a postupy inštalácie v budovách,

ČSN EN 50346 – skúšanie káblových rozvodov,

ČSN EN 50310 – spoločné systavy spojovania a uzemnenia v budovách vybavených IT,

ČSN EN 62305-3 – ochrana pred bleskom – hmotné škody na stavbách a ohrození života,

ČSN EN 62305-4 – ochrana pred bleskom – elektrické a elektronické systémy v stavbách

4. ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU A POŽIADAVKOV

Táto kapitola stručne popisuje základné informácie o spoločnosti investora – JUT – EL s.r.o., popis objektu sídla, popis jednotlivých poschodí a miestností, ako aj vstupné požiadavky investora, ktoré sú kľúčovými pre projekt infraštruktúry kabelážneho systému.

4.1. Popis spoločnosti

JUT – EL s.r.o. pôsobí na trhu od roku 2008 a poskytuje svoje služby v oblasti elektroinštalácií a elektromontáž na Slovensku i v celej Európe. Za dobu pôsobnosti sa etablovali na Európskom trhu ako úspešná a finančne stabilná spoločnosť. JUT – EL s.r.o. je technicky vyspelou spoločnosťou, ktorá systematicky rozvíja vlastné kapacity a usiluje sa o trvalé zlepšovanie schopností v oblasti elektromontáží a elektroinštalácie. [7]



Obr. 14 Logo spoločnosti JUT-EL

Zdroj: JUT-EL Elektroinštalácie. 2021. [online]. [cit. 2021-01-25] Dostupné na:

<https://jut.sk/jut-el>

4.2. Popis lokality

Sídlo firmy bolo postavené v technicky dostupnej lokalite neďaleko Námestova v nezastavanej oblasti, kde sa postupne realizujú aj stavby sídiel iných priemyselných firiem.

4.3. Popis objektu

Objekt je novopostavená trojpodlažná budova, ktorá slúži ako sídlo firmy. Súčasťou budovy je aj sklad technického materiálu, ktorý spoločnosť využíva. Všetky

stopy sú pokryté podhl'admi, vysoké 0,5 metra. Výška jedného poschodia, vrátane podhl'adov sa predpokladá na 3 metre. Celková úžitková rozloha budovy je 997 m².

4.4. Popis podlaží

4.4.1. Prvé podlažie

Tabuľka 1 Popis miestností s rozlohou – 1. podlažie

Číslo	Popis	Rozloha [m ²]
1.01	Vstup	22,97
1.02	Schodisko	9,87
1.03	Technická miestnosť	3,55
1.04	Kancelária - servis	27,71
1.05	Kancelária	24,53
1.06	Chodba	9,19
1.07	Šatňa	8,49
1.08	WC + Sprcha	9,76
1.09	Kuchynka	9,51
1.10	Príručný sklad	15,28
1.11	Kotolňa	15,08
1.12	WC	3,97
1.13	Recepcia + zázemie	68,35
1.14	Sklad	292,50

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

4.4.2. Druhé podlažie

Tabuľka 2 Popis miestností s rozlohou – 2. podlažie

Číslo	Popis	Rozloha [m ²]
2.01	Schodisková chodba	8,67
2.02	Schodisko	9,82
2.03	Technická miestnosť	3,41

2.04	Kancelária	12,65
2.05	Kancelária	10,06
2.06	Zasadačka	15,94
2.07	WC muži	4,90
2.08	WC ženy	4,90
2.09	Kuchynka	8,67
2.10	Chodba	47,35
2.11	Kancelária	16,52
2.12	Miestnosť na kopírovanie	12,26
2.13	Kancelária	26,92
2.14	Kancelária	27,54
2.15	Kancelária	28,36

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

4.4.2. Tretie podlažie

Tabuľka 3 Popis miestností s rozlohou – 3. podlažie

Číslo	Popis	Rozloha [m ²]
3.01	Schodisková chodba	8,78
3.02	Schodisko	9,82
3.03	Technická miestnosť	3,55
3.04	Kancelária	12,65
3.05	Kancelária	10,06
3.06	Kancelária	15,94
3.07	WC muži	4,90
3.08	WC ženy	4,90
3.09	Kuchynka	8,67
3.10	Chodba	47,42
3.11	Kancelária	16,62
3.12	Denná miestnosť	12,20
3.13	Kancelária	26,92
3.14	Kancelária	28,01

3.15	Kancelária	13,8
3.16	Kancelária	13,84

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

4.5. Požiadavky investora

Na to aby bol projekt považovaný za splnený, investor požaduje nasledovné:

- Aspoň 2 prípojné miesta pre každého zamestnanca
- Technológia GE
- Návrh siete Wi-Fi
- Príprava siete pre zapojenie IP kamier
- Redundancia chrbticovej časti
- Zrozumiteľné značenie kabelážnych prvkov
- Použitie bezhalogénových materiálov
- Nadčasovosť riešenia
- Záručná doba aspoň 15 rokov
- Vhodné umiestnenie prvkov kabeláže

5. VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA

Kapitola sa zaoberá praktickým riešením problematiky, ktoré vychádza hlavne z požiadaviek investora a pôdorysu budovy spoločnosti JUT-EL.

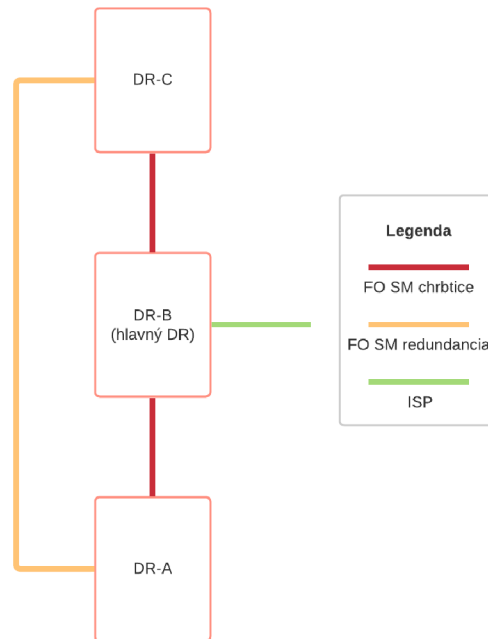
5.1. Návrh siete

Pri vytváraní siete boli dátové rozvádzače umiestnené v technických miestnostiach (1.03, 2.03 a 3.03), kde hlavný dátový rozvádzač, označený DR-B, sa bude nachádzať na druhom podlaží (miestnosť 2.03). Hlavný switch, umiestnený v DR-B, bude prepájať ostatné switche pomocou FO SM v duplexnom prevedení. Redundancia bude realizovaná medzi dátovými rozvádzačmi DR-A a DR-C. Topológia siete je hviezda.

5.2. Sekcie kabeláže

5.2.1. Chrbticová sekcia

Chrbticová sekcia kabeláže bude tvorená z FO SM v duplexnom prevedení, ktorých oba konce jednotlivých káblov budú zakončené v SM LC konektoroch priamo v optickej vani. Chrbticovú sekciu budú tvoriť 2 duplexné káble FO SM, kde jeden bude aktívny a druhý bude tvoriť rezervu, medzi jednotlivými dátovými rozvádzačmi. Typ kábla zvoleného pre chrbticovú sekciu je FSIP902Y. Rovnakým spôsobom bude riešená aj redundancia medzi DR-A a DR-C. Káble chrbticovej sekcie budú uložené v bezhalogénových ohybných chráničkách (obr. 15).



Obr. 15 Schéma zapojenia DR

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

5.2.2. Horizontálna sekcia

Trasy kabeláže horizontálnej sekcie budú umiestnené v stropných podhl'adoch v žľaboch s rozmermi 100 x 50 mm. Ak sú zásuvky umiestnené na stoloch, prípadne pod oknami, kabeláž k daným portom je vedená v PVC lištách s potrebnými rozmermi. Pre zamedzenie akéhokoľvek degradovania prenosových vlastností je nutné dbať na správne polomery ohybu, ako aj použitie originálnych prvkov k žľabom (T-členy, 90° kolená, kríže a pod.). Na základe požiadavku investora o potreby použitia technológie GE bude pre horizontálnu sekciu použitá kabeláž Cat. 5e, konkrétne NUL5C04WH-CE od spoločnosti Panduit. Vzhľadom na množstvo prípojných miest a veľkosť objektu nie je predpokladané vzájomné rušenie a tak bude hravo postačovať netienená kabeláž.

5.3. Analýza koncových portov

5.3.1. Rozloženie príp. miest a ich množstvá

Každý zamestnanec má k dispozícii aspoň dve prípojné miesta, kde jeden je určený pre pracovnú stanicu a druhý je rezervný. V prípade, že má zamestnanec k dispozícii tri prípojné miesta, jeden z nich je rezervný a ostatné dva porty sú určené na

používanie – jeden pre pracovnú stanicu a druhý pre IP telefón. V budove sa nachádzajú aj porty pre ostatné zariadenia – AP, tlačiarne a IP kamery – tieto zariadenia majú vyhradené po jednom porte pre zariadenie.

Zobrazenie miestností s požadovaným množstvom koncových portov pre prvé podlažie je v nasledujúcej tabuľke. Toto podlažie je aj jediné, kde sú pripojené IP kamery.

Tabuľka 4 Rozloženie koncových portov podľa miestností, 1. podlažie

Číslo	Popis	Počet portov	Poznámka
1.04	Kancelária - servis	7	7 pre 3x WS
1.05	Kancelária	7	7 pre 3x WS
1.06	Chodba	1	1 pre AP
1.10	Príručný sklad	4	4 pre 2x WS
1.13	Recepcia + zázemie	8	5 pre 2x WS, 1 IP kamera, 1 pre AP, 1 tlač.
1.14	Sklad	3	3 IP kamery

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

Zobrazenie miestností s požadovaným počtom portov pre 2., respektíve 3. podlažie pomocou tabuľky je podobné ako pri 1. podlaží.

Tabuľka 5 Rozloženie koncových portov podľa miestností, 2. podlažie

Číslo	Popis	Počet portov	Poznámka
2.04	Kancelária	3	3 pre 1x WS
2.05	Kancelária	3	3 pre 1x WS
2.06	Kancelária	4	4 pre 2x WS
2.11	Zasadačka	1	1 pre AP
2.12	Miestnosť na kopírovanie	2	2 pre tlač.
2.13	Kancelária	6	6 pre 2x WS
2.14	Kancelária	12	12 pre 4x WS
2.15	Kancelária	12	12 pre 6x WS

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

Tabuľka 6 Rozloženie koncových portov podľa miestností, 3. podlažie

Číslo	Popis	Počet portov	Poznámka
3.01	Schodisková chodba	1	1 pre AP
3.04	Kancelária	3	3 pre 1x WS
3.05	Kancelária	3	3 pre 1x WS
3.06	Kancelária	3	3 pre 1x WS
3.10	Chodba	1	1 pre AP
3.11	Kancelária	8	8 pre 4x WS
3.13	Kancelária	12	12 pre 4x WS
3.14	Kancelária	6	6 pre 2x WS
3.15	Kancelária	3	3 pre 1x WS
3.16	Kancelária	3	3 pre 1x WS

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

Reálne zobrazenie koncových portov pre pracovné stanice (WS), IP kamery, access pointy (AP) a tlačiarň je v Prílohách II., III., IV.

5.3.2. Access pointy

Access pointy zabezpečujú pokrytie budovy Wi-Fi signálom. Vzhľadom na reálne rozmery budovy nebolo potrebné veľké množstvo AP zariadení. V budove ich nájdeme celkovo 5. Pre každý access point je vyhradená jednoportová dátová zásuvka umiestnená v hornej časti jednotlivých miestností. Access pointy budú napájané cez funkciu PoE.

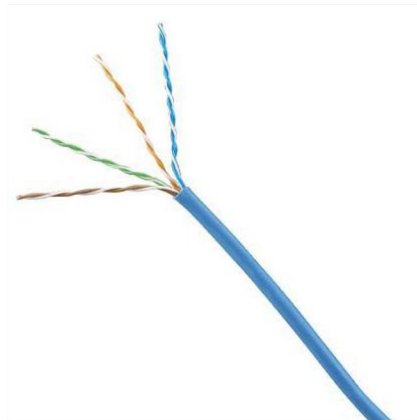
5.3.3. IP kamery

Príprava zabezpečenia pomocou IP kamier je realizovaná iba na prvom podlaží, z toho jedna IP kamera sa nachádza v miestnosti 1.13 (Recepcia + zázemie) a ostatné porty určené pre IP kamery sú umiestnené v miestnosti 1.14 (Sklad), v počte 3. Zásuvky pre IP kamery sú strategicky realizované tak, aby snímali vstupy do miestností. Pripojenie IP kamier bude pomocou funkcie PoE. Práca nerieši dodávku a zabezpečenie snímania priestorov kamerovými zariadeniami.

5.4. Trasy kabeláže

5.4.1. Fyzické prevedenie kabeláže

Kľúčovými pre umiestnenie kabeláže sú podhľady, ktoré sa nachádzajú v celej budove. Podhľadmi vedené káble budú umiestnené v žľabe s rozmermi 100x50 mm. Stavebná firma taktiež zabezpečí možnosť uloženia kabeláže v dutých priečkach. Takto vložené káble musia byť vedené v chráničkách. V prípade, že sa dátová zásuvka nachádza pod oknom, kabeláž k nej bude vedená v PVC lište. Pre horizontálnu sekciu kabeláže bude použitý 5e LSZH kábel od spoločnosti Panduit, NUL5C04WH-CE. Fyzické trasy kabeláže, aj s jej dĺžkami sú znázornené v prílohách II., III., IV.



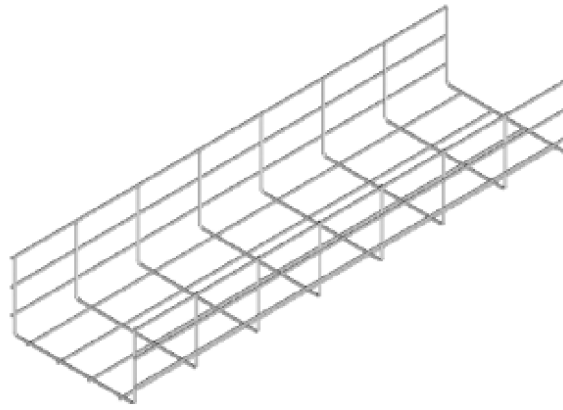
Obr. 16 UTP kábel od spoločnosti Panduit.

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].

[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.4.2. Žľaby

Žľaby použité pri elektroinštalácii budú mať rozmery 100 x 50 mm, konkrétne typ ARK-211120 a všetky budú mať jednotný rozmer. Tieto rozmery sú dostačujúce pre navrhované riešenie. Drôtený žľab (obr. 17) sme zvolili z dôvodu, že umožňuje tvarovanie. Kombináciu spojok na to určených je možné vytvárať T-kusy, križe, 90% rohy a mnoho iných prvkov, podľa potreby, Kabeláž je vedená v žľaboch iba na chodbách, čiastočne v miestnostiach 1.04 a 1.05 a samozrejme v technickej miestnosti od daných DR. Uzemňovaním akýchkoľvek kovových častí žľabov sa projekt nezaobrá.



Obr. 17 Drôtený žľab.

Zdroj: Elmit – elektroinštalačný materiál. 2021. [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné na: <https://www.elmit.sk/>

PVC žľaby (obr. 18) používané pre vedenie kabeláže v miestnostiach pri stene sú T45BIW8-A od spoločnosti Panduit. Kapacitne vyhovujú pre vedenie kabeláže pre 12 portov. Žľaby budú umiestnené na omietke pri strope. Súčasťou sú taktiež originálne prvky, ako napr. veká, 90° kolená, spojky a T kusy.



Obr. 18 PVC žľab T45BIW8-A od Panduitu.

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online]. [cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.4.3. Lišty

Lišty slúžia na vedenie kabeláže od podhľadu k zásuvke pri stoloch, ale aj k portom, ktoré sa nachádzajú napríklad pod oknom, prípadne na stoloch. K tomuto je využitá PVC lišta. K zásuvkám do 3 portov bude použitá lišta LD5WH6-A (obr. 19) , do 6 portov bude použitá lišta LD10WH6-A.



Obr. 19 PVC lišta LD5WH6-A.

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].
[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.4.4. Dátové zásuvky

Trasy budú zakončené v modulárnych zásuvkách od spoločnosti ABB, konkrétne TANGO zásuvka pre 3 moduly MiniCom. Zásuvka sa bude skladať z krabice pod zásuvku, krytu a rámčeka na zásuvku. V prípade, že budú vyžadované dva porty, respektíve jeden, pre prázdne miesto v kryte zásuvky bude použitá záslepka CMBAW-X, od spoločnosti Panduit (obr. 20). Farby pre porty budú použité na základe nasledujúcej kapitoly o doplnkovom značení kabeláže, *kapitola 5.5.3*. Stupeň ochrany dátových zásuviek je IP20. Kancelárske stoly budú vyrobené „na mieru“ pre zvolený typ zásuviek.



Obr. 20 Záslepka Minicom od spoločnosti Panduit

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].
[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.5. Značenie kabeláže

V tejto kapitole bude vysvetlený systém značenia prvkov kabeláže. Podrobné tabuľky systému značenia sú súčasťou *Prílohy I*.

5.5.1. Značenie horizontálnej sekcie

Značenie bude realizované systémom priameho identifikačného kódu, ktorého filozofia je vysvetlená v kapitole 3.6.1. Názorné značenie bude mať nasledovný formát:

P.MM.ZZ.X, kde:

P – označuje poschodie objektu,

MM – označuje miestnosti,

ZZ – označuje číslo zásuvky,

X – označuje číslo portu v zásuvke, smerom zľava

V našom prípade bude možné za *P* dosadiť čísla od 1 do 3, rovnako aj čísla miestností sú tiež pevne dané. Čo sa týka označenia zásuviek, tie sú v miestnostiach číslované v smere kabeláže, ktorý je jednotný, a je možné dosadiť čísla v rozmedzí 01-99. Pre *X* dosadzujeme čísla od 1 po číslo označujúce množstvo portov v zásuvke. Príklad značenia:

2.14.02.2 – jedná sa o 2 poschodie, miestnosť 14, zásuvku 2 a druhý port zľava

Popis zásuviek bude na štítkoch PEL-29-Y2-10 od spoločnosti Panduit. Pre značenie metallickej kabeláže budú použité štítky S100X150YBJ, taktiež od spoločnosti Panduit. Značenie metallickej kabeláže bude na začiatku a na konci trasy.



Obr. 21 Identifikačné štítky pre značenie kabeláže

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].
[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.5.2. Značenie chrbticovej sekcie

Sekcia rieši hlavne značenie FO káblov chrbticovej sekcie. Filozofia značenia je nasledovná:

FO.F.T.X

FO – optický kábel

F – číslo DR z ktorého kábel vedie

T – číslo DR kam kábel vedie

X – účel prepojenia kábla

Pre účel prepojenia sú dve možnosti „kódovania“ – redundancia („R“) alebo chrbticová („P“). Jednotlivé optické káble budú pravidelne označované štítkom.

Štítky pre optickú kabeláž sú S100X150YBJ od spoločnosti Panduit, ktorých súčasťou sú krúžky NWSLC-7Y, pre zabezpečenie väčšej plochy na umiestnenie identifikačného štítku. Značenie optiky bude uvedené na jednotlivom FO kábli na každom poschodí, cez ktoré prechádza čitateľne vo výške 1,5m.



Obr. 22 Krúžky poskytujú väčšiu plochu pre identifikačné štítky.

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].

[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

Neoddeliteľnou súčasťou značenia optickej kabeláže je aj výstražný štítok, ktorý bude umiestnený na každom DR a v nich prvkom súvisiacimi s optikou.



Obr. 23 Výstražný štítok – laser, na základe ISO 7010.

Zdroj: ISO – International Organization for Standardization. 2021. [online]. [cit. 2021-

05-07] dostupné na: <https://iso.org>

5.5.3. Doplnkové značenie kabelážneho systému

Filozofia doplnkového značenia kabeláže bude vychádzať z farebného odlíšenia portov RJ45 použitých ako aj v patch paneli jednotlivých dátových rozvádzačov, tak aj na druhom konci kabeláže – v dátových zásuvkách. Patch cordy použité v dátových rozvádzačoch budú jednotnej farby.

Tabuľka 7 Doplnkové značenie kabeláže (zdroj: vlastné spracovanie)

Farba	Určená pre	Bližšia špecifikácia	Typ konektora
zelená	Zamestnanci	Port využívaný na WS	CJ5E88TGGR
oranžová	Zamestnanci	Rezervný port WS	CJ5E88TGOR
modrá	IP telefóny	-	CJ5E88TGBU
modrá	Tlačiarne	-	CJ5E88TGVL
žltá	Access pointy	-	CJ5E88TGYL
červená	IP kamery	-	CJ5E88TGRD

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

5.6. Vybavenie technických miestností

5.6.1. Dátový rozvádzač

Hlavným pre celú kabeláž bude dátový rozvádzač umiestnený v každej technickej miestnosti v objekte. Pre riešenie projektu sme zvolili 42U stojanový otvorený dátový rozvádzač R4P79 (obr.24) pre flexibilné prevedenie kabelážneho systému. Rozmery sú 591 x 762 x 2004 mm. Schéma vybavenia dátových rozvádzačov je súčasťou *Prílohy I*.



Obr. 24 Dátový rozvádzač R4P79.

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].

[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.6.2. Patch panel

Súčasťou každého dátového rozvádzača je aj jeden modulárny HD patch panel (obr. 25) s možnosťou osadenia 48 modulov MiniCom od spoločnosti Panduit, model CPP48HDWBLY. Veľkosť patch panelu je 1U. Vhodný pre 19“ dátové rozvádzače. Pre prepojenie portov patch panelu so switchom sme zvolili metrové čierne patch cordy od spoločnosti Panduit, typ NK5EPC1MBLY. Pre prázdne miesta je určená záslepka CMBAW-X, taktiež od spoločnosti Panduit.



Obr. 25 Modulárny HD patch panel

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].

[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.6.3. Optická vaňa

Optická vaňa NKFD1W12BUDLCZ (obr. 26), od spoločnosti Panduit je dopredu osadená dvanástimi duplexnými LC adaptérmí pre SM optiku OS1/OS2 a je súčasťou každého dátového rozvádzača.



Obr. 26 Optická vaňa.

Zdroj: Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online].

[cit. 2021-04-29] dostupné na: <https://panduit.com>

5.7. Aktívne prvky

5.7.1. Switch

Pre switch, ktorý bude prepojený s patch panelom sme zvolili model od spoločnosti Cisco a ich série Business 250, konkrétne CBS250-48P-4X (obr. 27). Switch je vybavený 48x portom RJ45 pre prenos 1G a 4x portom SFP+ pre prenos 10G. Porty SFP+ budú osadené optickým modulom. Pomocou portov SFP+ bude switch prepojený s centrálnym switchom. V budove budú celkovo 3 switche, kde každý sa nachádza v jednotlivých dátových rozvádzačoch. Pomocou portov SFP+ bude riešená aj redundancia, kde bude prepojený DR-A s DR-C. Redundancia bude vedená odlišnou fyzickou trasou. Switch ma doživotnú záruku.



Obr. 27 Switch Cisco CBS250-48P-4X.

Zdroj: Cisco – Networking, Cloud and Cybersecurity Solutions. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07] dostupné na: <https://cisco.com>

5.7.2. Centrálny switch

Ako centrálny (hlavný) switch sme zvolili taktiež switch od spoločnosti Cisco zo série 550X, konkrétne typ SX550X-12F (obr. 28), ktorý je vybavený 10x portom SFP+ pre 10G a 2 kombinované 10GE porty. Na prenos cez SFP+ porty budú taktiež použité duplexné optické moduly. Switch je možné umiestniť aj do racku.



Obr. 28 Switch Cisco SX550X-12F.

Zdroj: Cisco – Networking, Cloud and Cybersecurity Solutions. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07] dostupné na: <https://cisco.com>

5.7.3. Optický modul

Pre SFP+ optický modul sme vybrali model SFP-10G-LR od spoločnosti Cisco (obr. 29), ktorý spravidla zaručuje kompatibilitu s Cisco zariadeniami. Modul je určený pre duplexné SM optické káble zakončené LC konektormi.



Obr. 29 Cisco SFP+ optický modul SFP-10G-LR.

Zdroj: Cisco – Networking, Cloud and Cybersecurity Solutions. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07] dostupné na: <https://cisco.com>

5.7.4. Access point

Ako aktívny prvok sme zvolili access point zo série Business 200 od spoločnosti Cisco, model CBW240AC (obr. 30). Ide o access point určený pre malé a stredné organizácie a bude umiestnený na chodbách, jeden na recepcii a jeden v zasadacej miestnosti na druhom poschodí. Samozrejmosťou je dostupnosť dvoch pásiem s frekvenciou 2,4GHz a 5GHz. Zariadenie podporuje štandardy 802.11 a/b/g/n/ac a napájanie pomocou PoE.



Obr. 30 Access Point Cisco CBW240AC.

Zdroj: Cisco – Networking, Cloud and Cybersecurity Solutions. 2021. [online]. [cit. 2021-05-07] dostupné na: <https://cisco.com>

5.8. Návrh zapojenia aktívnych prvkov

Aktívne prvky jednotlivých dátových rozvádzačov sú prepojené duplexným optickým single mode káblom. Chrbticovú sekciu kabeláže tvorí prepojenie medzi centrálnym switchom, ktorý je umiestnený v DR-B na druhom poschodí, kde duplexný kábel vložený v optickom module SFP+ v dátovom rozvádzači smeruje do optickej vane v DR-A, respektíve DR-C, ktorá je osadená duplexnými adaptémi LC. V DR-A, respektíve DR-C, je daný optický modul SFP+ vložený v ostatných switchoch prepojený duplexným LC adaptérom optickej vane pomocou optického duplexného SM patch cordu. Na rovnakom princípe funguje aj redundantné spojenie medzi DR-A a DR-C. Podrobná schéma je súčasťou *Prílohy I*. V DR-B je centrálny switch so switchom obsahujúcim porty RJ45 prepojený optickým patch cordom.

Súčasťou schémy je aj farebné odlišenie portov RJ45, na základe návrhu VLANu, ktorý ale nie je podmienkou investora. Jedná sa iba o predstavu, ako by konfigurácia VLAN mohla vyzerat' a s ním vlastne súvisí aj farebné rozlišovanie portov. Filozofiu farebného rozlišovania nájdeme aj v kapitole 5.5.3.

Metalický patch cord na prepojenie aktívnych prvkov s patch panelom je jednotnej čiernej farby od výrobcu Panduit, konkrétne typ NK5EPC1MBLY. Optický patch cord je taktiež od výrobcu Panduit, typ F92ELLNLNSNM001. Nesmiem zabudnúť na pigtail, ktorý bude z jednej strany privarený na optické vlákno tvoriacej chrbticovú sekciu, respektíve redundanciu, a z druhého konca je osadený LC konektorom, typ NKFP91BN1NNM001.

5.9. Požiadavky na stavebnú firmu a inštalácia kabelážneho systému

Požiadavky na stavebnú firmu zahŕňajú možnosť pokrytia objektu podhl'admi s výškou 50 cm, v technických miestnostiach 1.03, 2.03 a 3.03 je nutné zabezpečiť klimatizovanie, pripraviť prívod určený na uzemnenie dátového rozvádzača, pripraviť samostatne istené prívody rozvodu 230V 16A v technických miestnostiach a pri realizácii všetkých prierazov cez steny je nutné riadiť sa pokynmi a odporúčaniami statika. Od stavebnej firmy sa očakáva aj zabezpečenie silového vedenia. Ideálny pomer elektrických zásuviek je dve elektrické zásuvky pre jednu dvojportovú dátovú zásuvku, nie je to však vyžadované.

Čo sa týka firmy zabezpečujúcej inštaláciu kabelážneho systému, musí ísť o firmu autorizovanú s najvyšším stupňom certifikácie pre realizáciu navrhutej technológie, aby bola zaručená požadovaná garancia. V tomto prípade sa vyžaduje certifikácia na inštalovanie konektivity od firmy Panduit. Firma zaisťujúca inštaláciu musí taktiež dbať na minimálne polomery ohybu optickej kabeláže. Čo sa týka uzemnenia kovových prvkov kabeláže, tým sa projekt nezaobera, preto je inštaláčna firma poverená aj uzemnením všetkých kovových prvkov kabeláže na základe ČSN 33 2000-5-54 ed. 2. Materiál určený k uzemňovaniu prvkov je súčasťou vybavenia dátových rozvádzačov.

Z hľadiska kontroly a správnosti parametrov funkcionality, ako aj splnenie parametrov noriem, je vyžadované meranie a testovanie kabelážneho systému pre udelenie certifikácie.

Vzhľadom na skutočnosť, že súčasťou projektového riešenia sú aj kancelárske stoly prispôbosené pre zvolený typ použitých zásuviek na stôl, stolárska firma, ktorá je ich dodávateľom, ručí za včasné dodanie. Za akékoľvek nesplnenie týchto skutočností nenesie firma zabezpečujúca projektové riešenie zodpovednosť.

5.10 Ekonomické zhodnotenie

Táto kapitola je v práci finálna a zahrňa predpokladané náklady na aktívne prvky, materiál a inštaláciu kabeláže. Všetky ceny budú uvedené v €. Na žiadnu z cien nie je uplatnená množstevná zľava. Podrobný zoznam materiálu, ako aj jednotkové ceny, či ceny s DPH sú uvedené v *Prílohe I*.

Prvou súčasťou je odhad celkových nákladov rozdelených do štyroch skupín – náklady na kabeláž, aktívne prvky, vybavenie DR a trasy kabeláže – tabuľka 8.

Tabuľka 8 Ekonomické zhodnotenie – materiál

Materiál spolu	Cena bez DPH
Kabeláž	1,606.10 €
Aktívne prvky	4,277.72 €
DR a jeho vybavenie	8,620.51 €
Trasy kabeláže	2,591.31 €
Spolu:	17,095.64 €

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

Z týchto cien vychádza aj ekonomické zhodnotenie nákladov na inštaláciu – tabuľka 9.

Tabuľka 9 Ekonomické zhodnotenie – inštalácia.

Inštalácia	Cena bez DPH
Kabeláž	535.37 €
Aktívne prvky	0 €
DR a jeho vybavenie	2,873.50 €
Trasy kabeláže	863,77 €
Spolu:	4,272.64 €

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

Súhrnnú tabuľku 10 tvorí výpočet nákladov vynaložených na celý projekt 21,216.58.

Tabuľka 10 Finálny súčet nákladov na projekt.

Položka	Cena bez DPH
Cena za materiál	17,095.64 €
Cena za inštaláciu	4,272.64 €
Spolu:	21,368.29 €

Zdroj: Vlastné spracovanie, 2021.

6. ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Výsledkom bakalárskej práce je vytvorenie návrhu komunikačnej sieťovej infraštruktúry pre sídlo budovy, ktorej návrh vychádza z požiadaviek investora a poskytnutého pôdorysu. Súčasťou teoretickej časti je vymedzenie základných pojmov a oboznámenie s danou problematikou. Praktická časť sa skladá z analýz požiadaviek zadávateľa projektu, ako aj reálny náčrt pripravovaného objektu – tieto dve časti tvoria fundament práce. Pre realizáciu riešenia boli zvolené najkvalitnejšie výrobky – pasívna časť je značnou časťou realizovaná pomocou výrobkov od spoločnosti Panduit, kdežto aktívne prvky sú zasa v škále ponuky spoločnosti Cisco. V závere práce sú vypočítané náklady na projekt. Horná finančná hranica nebola investorom stanovená.

7. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] JORDÁN, V. – ONDRÁK, V. 2015. *Infrastruktura komunikačných systémů I: Univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. 352 s. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [2] SOSINSKY, B. 2015. *Mistrovství – počítačové síte (vše, co potřebujete vědět o správě síti)*. Brno: Computer Press, 2015. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- [3] BAGAD, V. S. – DHOTRE, I. A. 2009. *Computer networks*, Second revised edition. Technical Publications Pune, 2009. 408 s. ISBN 978-81-8431-476-2.
- [4] KŘÍŽ, J. – SEDLÁK, P. 2012. *Audiovizuální a datové konvergence*. Brno: CERM, 2012. 476 s. ISBN 978-80-7204-784-0.
- [5] JORDÁN, V. – ONDRÁK, V. 2015. *Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace*. Brno: CERM, Akademické nakladatelství 2015. 232 s. ISBN 978-80-214-5240-4.
- [6] JORDÁN, V. – ONDRÁK, V. 2015. *Infrastruktura komunikačních systémů III: Integrovaná podniková infrastruktura*. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. 136s. ISBN 978-80-214-5241-1.
- [7] JUT-EL Elektroinštalácie. 2021. [online]. Oravská Jasenica: Jut-EL s.r.o. ©2021, [cit. 2021-1-25]. Dostupné na: <https://jut.sk/jut-el>
- [8] Panduit Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. 2021. [online]. Tinley Park: Panduit ©2021 [cit. 2021-4-29]. Dostupné na: <https://panduit.com>
- [9] Belden. 2021. [online]. Saint-Louis: Belden Inc. ©2021[cit. 2021-5-7]. Dostupné na: <https://belden.com>
- [10] ISO – International Organization for Standardization. 2021. [online]. Ženeva: ISO ©2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné na: <https://iso.org>
- [11] Cisco – Networking, Cloud and Cybersecurity Solutions. 2021. [online]. San José: Cisco Systems Inc. ©2021[cit. 2021-5-7]. Dostupné na: <https://cisco.com>
- [12] Elmit – elektroinštalčný materiál. 2021. [online]. Vranov nad Topľou: Elmit, s.r.o. ©2021 [cit. 2021-5-8]. Dostupné na: <https://www.elmit.sk/>

8. ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Referenčný model ISO/OSI.....	13
Obr. 2 Topológia zbernice	16
Obr. 8 Kruhová topológia	16
Obr. 4 Hviezdicová topológia	17
Obr. 5 Mesh topológia – neúplné prepojenie.....	18
Obr. 6 Modulárny konektor RJ45	20
Obr. 7 Ukážka káblov v pracovnej sekcii - duplexný jumper pre optiku a metalický patch cord s plugom RJ45	21
Obr. 8 Konštrukcia krútenej dvojlinky	22
Obr. 9 Porovnanie symetrie párov zváranj a nezváranj krútenej dvojlinky	22
Obr. 10 Rozpad symetrie krútenej dvojlinky	23
Obr. 11 Zníženie presluchu s x-spline a e-spline	24
Obr. 12 Zníženie presluchu použitím H-spline	24
Obr. 13 Zobrazenie nesprávneho a správneho riešenia tienenia fóliou	25
Obr. 14 Logo spoločnosti JUT-EL	28
Obr. 15 Schéma zapojenia DR.....	33
Obr. 16 UTP kábel od spoločnosti Panduit.....	36
Obr. 17 Drôtený žľab	37
Obr. 18 PVC žľab T45BIW8-A od Panduitu.....	37
Obr. 19 PVC lišta LD5WH6-A.....	38
Obr. 20 Záslepka Minicom od spoločnosti Panduit.....	38
Obr. 21 Identifikačné štítky pre značenie kabeláže	39
Obr. 22 Krúžky poskytujú väčšiu plochu pre identifikačné štítky	40
Obr. 23 Výstražný štítok – laser, na základe ISO 7010.....	40
Obr. 24 Dátový rozvádzač R4P79	41
Obr. 25 Modulárny HD patch panel	42
Obr. 26 Optická vaňa	42
Obr. 27 Switch Cisco CBS250-48P-4X.....	43
Obr. 28 Switch Cisco SX550X-12F	43
Obr. 29 Cisco SFP+ optický modul SFP-10G-LR.....	44
Obr. 30 Access Point Cisco CBW240AC.....	44

9. ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Popis miestností s rozlohou – 1. podlažie	29
Tabuľka 2 Popis miestností s rozlohou – 2. podlažie	29
Tabuľka 3 Popis miestností s rozlohou – 3. podlažie	30
Tabuľka 4 Rozloženie koncových portov podľa miestností, 1. podlažie	34
Tabuľka 9 Rozloženie koncových portov podľa miestností, 2. podlažie	34
Tabuľka 6 Rozloženie koncových portov podľa miestností, 3. podlažie	35
Tabuľka 7 Doplnkové značenie kabeláže	41
Tabuľka 8 Ekonomické zhodnotenie – materiál	46
Tabuľka 9 Ekonomické zhodnotenie – inštalácia	47
Tabuľka 10 Finálny súčet nákladov na projekt.....	47

10. ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha I.** Schéma vybavenia jednotlivých dátových rozvádzačov, prepojenia switchov, káblové tabuľky, ekonomické zhodnotenie
- Príloha II.** 1. NP objektu – kóty a trasy
- Príloha III.** 2. NP objektu – kóty a trasy
- Príloha IV.** 3. NP objektu – kóty a trasy
- Príloha V.** 1. NP objektu – značenie portov
- Príloha VI.** 2. NP objektu – značenie portov
- Príloha VII.** 3. NP objektu – značenie portov
- Príloha VIII.** 1. NP objektu – celý
- Príloha IX.** 2. NP objektu – celý
- Príloha X.** 3. NP objektu – celý