



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 BUDOVY PRO REZIDENČNÍ A KOMERČNÍ UŽÍVÁNÍ

DESIGN OF COMMUNICATION NETWORK IN BUILDING FOR RESIDENTIAL AND COMMERCE
UTILIZATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Šišťík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Jan Šišťík
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 budovy pro rezidenční a komerční užívání

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 vícepatrové budovy pro rezidenční a komerční užívání. Jedná se o řešení síťové infrastruktury jak u jednotlivých bytů, tak i komerčních prostor nacházejících se v přízemí budovy. Vstupem pro návrh je půdorys plánovaných prostorů a seznam požadavků na kabeláž, počet přípojek v daných typech místností, propustnosti přípojek 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

Bakalářská práce se zabývá návrhem komunikační síťové infrastruktury vícepatrovou budovu, která kombinuje rezidenční a komerční užívání. Návrh vychází zejména z poskytnuté projektové dokumentace ve formě výkresů a požadavků investora. Práce obsahuje popis základní problematiky sítí, ale také analýzu plánovaného stavu a popis potřebných prostředků pro realizaci návrhu.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the design of a communication network infrastructure for a multi-storey building that combines residential and commercial use. The design is mainly based on the provided project documentation in the form of drawings and requirements of the investor. The thesis contains a description of the basic issues of networks, but also an analysis of the planned state and a description of the necessary resources for the implementation of the design.

Klíčová slova

počítačová síť, strukturovaná kabeláž, Ethernet, jednotný komunikační systém, kabelážní systém

Keywords

computer network, structured cabling, Ethernet, unified communication system, cable system

Bibliografická citace

ŠIŠTÍK, Jan. *Návrh komunikační síťové infrastruktury budovy pro rezidenční a komerční užívání*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135264>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Vít Novotný.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 16.5.2021

podpis studenta

Poděkování

Mé poděkování patří Ing. Vítovi Novotnému, Ph.D. za rady a vedení během vypracování této bakalářské práce. Speciální poděkování pak patří mému otci Ing. Ivanu Šištíkovi i zbytku rodiny za dlouholetou podporu ve studiích.

OBSAH

ÚVOD	12
CÍL A METODIKA PRÁCE	13
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	14
1.1 Základní informace	14
1.2 Komerční prostory	14
1.2.1 Administrativní prostory	14
1.2.2 Kavárna	15
1.2.3 Fitness centrum	15
1.2.4 Prodejna	15
1.2.5 Restaurace	16
1.3 Rezidenční prostory	16
1.3.1 Základ stavební technologie	16
1.3.2 Recepce	17
1.3.3 Společné chodby a schodiště	17
1.3.4 Byt č. 1	17
1.3.5 Byt č. 2	18
1.3.6 Byt č. 3	18
1.3.7 Byt č. 4	18
1.3.8 Byt č. 5	18
1.3.9 Byt č. 6	19
1.3.10 Byt č. 7	19
1.4 Souhrn požadavků investora	19
1.4.1 Požadavky pro rezidenční část	19
1.4.2 Požadavky pro komerční část	20
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	21

2.1	Komunikační infrastruktura	21
2.2	Počítačové sítě, Internet	21
2.3	Topologie počítačových sítí	22
2.3.1	BUS – sběrníková topologie	22
2.3.2	RING – kruhová topologie	23
2.3.3	STAR – hvězdicová topologie.....	23
2.4	Referenční ISO/OSI model	24
2.4.1	Transportní vrstva	24
2.4.2	Síťová vrstva	25
2.4.3	Linková vrstva	25
2.4.4	Fyzická vrstva	25
2.5	Architektura TCP/IP.....	26
2.5.1	Vrstva síťového rozhraní	26
2.5.2	Síťová vrstva	27
2.5.3	Transportní vrstva	27
2.5.4	Aplikační vrstva	28
2.6	Standardy síťového hardware.....	28
2.6.1	Technologie Ethernet.....	29
2.6.2	Technologie bezdrátového přenosu Wi-Fi.....	29
2.7	Členění kabelážního systému	29
2.7.1	Horizontální sekce	30
2.7.2	Páteřní sekce	31
2.7.3	Datový rozvaděč	32
2.8	Metalická vedení	32
2.8.1	Stínění kabelů	33
2.8.2	Impedance	35

2.8.3	Přeslechy mezi páry kabelu	36
2.8.4	Přehled klasifikace a konstrukčních řešení párových datových kabelů....	37
2.8.5	Prvky konektivity metalických vedení	38
2.9	Optická vedení	40
2.9.1	Optické vlákno.....	41
2.9.2	Ochrana vlákna	41
2.9.3	Konstrukce kabelů s optickými vlákny.....	42
2.9.4	Struktura kabelu s těsnou sekundární ochranou	42
2.9.5	Instalace optických kabelů.....	43
2.9.6	Prvky konektivity optických vláken	43
2.9.7	Optické rozvaděče.....	44
3	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ	45
3.1	Hlavní rozvaděč	45
3.1.1	Návrh hlavního datového rozvaděče.....	45
3.1.2	Soupis materiálu hlavního rozvaděče	47
3.2	Infrastruktura rezidenční části	47
3.2.1	Souhrn přípojných míst.....	47
3.2.2	Trasy páteřní sekce rezidenční části	48
3.2.3	Podružné podlažní rozvaděče	49
3.2.4	Kabeláž horizontální sekce	52
3.2.5	Trasy horizontální sekce	53
3.2.6	Datové zásuvky a jejich značení.....	56
3.2.7	Konektory RJ45	57
3.2.8	Celkový soupis materiálu rezidenční části.....	57
3.3	Infrastruktura komerční části	60
3.3.1	Datový rozvaděč DR-A2	60

3.3.2	Datové rozvaděče DR-AP1, DR-AP2, DR-SP2 a DR-SP3	61
3.3.3	Trasy hlavních páteřních vedení	62
3.3.4	Záložní trasy páteřního vedení.....	63
3.3.5	Celkový soupis materiálu komerční části	63
3.4	Značení páteřních tras	64
3.5	Logické schéma zapojení	65
3.6	Ekonomická rozvaha.....	66
3.6.1	Materiálové rozpočty	66
3.6.2	Rozpočet instalace	67
3.6.3	Odměna projektanta.....	67
3.6.4	Celkový realizační rozpočet.....	67
ZÁVĚR.....		69
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....		70
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		72
SEZNAM TABULEK		73
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....		74
SEZNAM PŘÍLOH.....		75

ÚVOD

V dnešní době lze bez nadsázky tvrdit, že žijeme v informačním věku. Každý člověk se denně střetává s velkým množstvím informací. Některé vstřebá, některé zapomene, další chce sdílet s někým dalším. Již od nepaměti se lidstvo snaží uchovat informace a předat je někomu dalšímu. V pravěku to byly nástěnné malby, ve starověku se objevilo první písmo. Informaci jsme byli schopni do jisté míry uchovat, ale rychlost šíření by se dala počítat na rychlost průměrného posílčeka, nebo třeba na rychlost jednoho koně. Vzestup v celkovém objemu informací a rychlosti jejich doručení přišel až ve chvíli, kdy světlo světa spatřili první vlaky a automobily. Tyto vynálezy následoval telegraf, telefon, rádio a televize. Největším vynálezem v oblasti přenosu informací byl beze sporu počítač a následně vzniklé počítačové sítě, kdy se informace začali šířit v digitálním prostředí. Internet je dnes největší počítačovou sítí umožňující téměř okamžitý přenos informace z jednoho konce světa na druhý.

Aby toto vše mohlo fungovat a byla zajištěna kvalita a spolehlivost přenosu, je potřeba mít vybudovanou kvalitní síťovou infrastrukturu, budovat další a stávající průběžně modernizovat. Problémem dnes není ani tak rychlost, s jakou chceme data přenášet, ale předešlá velikost jejich objemu, který bude jednoznačně do budoucna narůstat. I proto je vhodné, aby projektanti strukturované kabeláže, navrhovali svá řešení i s ohledem na možný budoucí vývoj daných objektů a technologií. Vhodně navržené rezervy mohou v budoucnu ušetřit nemalé finanční náklady.

CÍL A METODIKA PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je navrhnout komunikační infrastrukturu pro nově vznikající desetipodlažní budovu. Objekt lze rozdělit na dvě části. První dvě patra tvoří komerční prostory, zbylých osm pater je tvořeno prostory bytovými. Komerční prostory budou poskytovány jako holobyty, kam bude přivedena elektřina a dokončen bude také jeden světelný okruh. Kabelážní systém bude zakončen datovým rozvaděčem ve velikosti přiměřené uvažovanému využití daného prostoru. V jednotlivých bytech bude každý pokoj včetně kuchyně osazen datovou zásuvkou. Systém by měl splňovat veškeré náležitosti vyplývající z požadavků investora, zároveň by měl vyhovovat veškerým platným normám, které se na takovýto projekt vztahují.

V první části práce se budu zabývat analýzou současného stavu, kde mi jako podklady, pro vypracování mého návrhu komunikační infrastruktury, budou sloužit stavební výkresy budovy (půdorysy, řezy).

V druhé části se budu věnovat teoretickým východiskům práce, která jsou důležitá pro samotné pochopení základní problematiky kabelážních systémů a jsou také východiskem pro následný návrh řešení.

Třetí a také poslední část bude tvořena vlastním návrhem infrastruktury, ve kterém bude zahrnuto veškeré rozmístění a osazení datových zásuvek a rozvaděčů, bude objasněna použitá technologie i jednotlivé trasy páteřní i horizontální sekce.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části práce se budu věnovat celkové analýze budovy. Pro tuto analýzu mi poslouží stavební plány budovy. Během návrhu síťové infrastruktury bude potřeba sledovat jednak požadavky investora, jímž je developerská firma, tak i samotné plánované provedení stavby. V návaznosti na využití technologie stavby bude potřeba volit vhodné materiály a trasy pro strukturovanou kabeláž.

1.1 Základní informace

Jedná se o nově vznikající rezidenční nadzemní budovu doplněnou o komerční prostory. Budova bude stát v nově vznikající zástavbě na okraji hlavního města Prahy. Nabízet má celkem 55 bytových jednotek různých velikostí a 5 prostor pro komerční využití. Z pohledu inženýrských sítí je dostupnost výborná. To stejné platí i pro datové připojení, které realizováno optickým vedením od telekomunikační společnosti CETIN a.s., která na území České republiky spravuje největší komunikační a datovou síť.

1.2 Komerční prostory

Nacházejí se ve dvou patrech budovy (1PP a 1NP) a celkově se tedy jedná o pět vzájemně oddělených prostor. Developerská společnost je zamýšlí vybudovat ve formě holobytů, tedy bez finální podlahové krytiny a podhledů, dokončeny budou pouze hygienická příslušenství jednotlivých prostor. Budou zde přivedené technologie topení vzduchotechniky, vodovodu a kanalizace. Silnoproudé a slaboproudé vedení bude zakončeno v příslušném rozvaděči a vybudován bude jeden světelný okruh. To vše bude provedeno v rozsahu přiměřeném plánovanému využití daného prostoru. Finální stavební úpravy v těchto prostorách jsou plně v režii vlastníka. Všechna následující navrhovaná využití prostor vyplývají z projektové dokumentace.

1.2.1 Administrativní prostory

Prostory se nacházejí v prvním nadzemním podlaží, jedná se o největší komerční plochu v budově, jejíž celková plánovaná užitná plocha činí 286,8m². Na většině plochy, tj. 276,1m², se rozkládá prostor pro kancelářské využití. Zbylá plocha je vymezena pro

sociální zařízení, jako jsou toalety, místnost úklidu a kuchyňka. Světla výška těchto prostor navržená projektantem činí 3,29m. Minimální a doporučené rozlohy kanceláře řeší technická norma ČSN 73 5305 – Administrativní budovy a prostory. Ta mimo jiné uvádí, že jedno pracovní místo bez prostoru pro jednání a bez odkládacích ploch (například skříněk) vyžaduje minimálně 5m². Vzhledem k neurčitosti budoucího využití prostoru bude tato plocha na jedno pracoviště použita jako výchozí pro určení počtu přípojných míst, od kterého se bude odvíjet skladba navrhovaného rozvaděče. V půdorysu je tato komerční plocha označena jako A1.2.

1.2.2 Kavárna

Dalším zamýšleným komerčním prostorem je kavárna, která se má rozkládat na dvou patrech a to v prvním nadzemním (1NP) a prvním podzemním podlaží (1PP) spojených točitým schodištěm. Horní podlaží kavárny je tvořeno volnou užitnou plochou o rozloze 81,2m² se světlou výškou stropu 3,29m. Ve spodním podlaží kavárny pak plocha pro komerční využití tvoří 46,9m² z celkových 58,7m². Na zbylé ploše budou vybudovány místnosti se sociálním zařízením. Světla výška stropu spodního podlaží kavárny je projektantem navržena na 3,39m. V půdorysu je tato komerční plocha označena jako A1.3 pro 1NP a A1P.1 pro 1PP.

1.2.3 Fitness centrum

Prostory plánovaného fitness centra se rozkládají v prvním podzemním podlaží (1PP) pod administrativními prostory a s celkovou plochou 282,3m² se jedná o druhou největší komerční zónu v této budově. Samotná plocha pro komerční využití činí až 269,8m², pro zbylou plochu jsou naplánovány místnosti se sociálním vybavením. Navrhovaná světla výška stropů je zde 3,39m. V půdorysu je tato komerční plocha označena jako AP1.2.

1.2.4 Prodejna

Komerční prostory určené pro prodejnu se nachází na úrovni prvního podzemního podlaží, ale jsou již uloženy mimo půdorys samotné budovy, nicméně stále spadají do celkového developerského projektu. Celková plocha prostor včetně místností sociálního vybavení činí 153,6m² z čehož rozloha komerční plochy činí 134,8m², zbylá plocha je vyhrazena

pro místnosti se sociálním zařízením a kuchyňku. Navrhovaná světlá výška stropů je 3,39m. V půdorysu je tato komerční plocha označena jako S1P.2.

1.2.5 Restaurace

Druhým komerčním prostorem umístěným mimo originální půdorys budovy je prostor plánovaný pro restauraci. Tyto prostory jsou spojené s fitness centrem společnou chodbou a bezbariérovými toaletami. Plocha pro komerční využití zde činí 250,1m² z celkových 275,9m². Zbylá plocha je opět využita pro místnosti se sociálním vybavením jako jsou toalety a místnost úklidu. Navrhovaná světlá výška stropů těchto prostor je 3,39m. V půdorysu je pak tato komerční plocha označena jako S1P.3.

1.3 Rezidenční prostory

Rezidenční část budovy je situována v osmi patrech (2NP-8NP) v provedení od malé garsonky až po 4kk. Na každém podlaží se nachází z hlediska návrhu kabelážního systému 7 identických bytových jednotek, vyjma 2NP, kde je jednotek pouze šest. Jednotlivé byty se prodávají dokončené, včetně všech potřebných technologií, pouze bez vybavení. Umístění datových zásuvek je dané investorem, v každé místnosti (vyjma toalety, sprchy a vstupní chodby) bude systém zakončen datovou zásuvkou vybavenou dvěma porty pro připojení pracovních stanic. Design těchto datových zásuvek musí být jednotný s ostatními prvky elektroinstalace. Vzhledem k tomu, že jsou z hlediska návrhu síťové infrastruktury všechna obytná podlaží identická, pro jejich další analýzu si zvolím půdorys 3. nadzemního podlaží, jakožto referenčního půdorysu (viz příloha 1), označení místností a jejich plánované využití vyplývá z této projektové dokumentace.

1.3.1 Základ stavební technologie

Norma ČSN 73 4301 stanovuje zásady pro navrhování obytných budov nebo obytných částí budov. Mimo jiné také udává minimální světlou výšku stropů obytných prostor, která činí 2,6m. Podle výkresové dokumentace projektantem budovy navržená světlá výška činí 2,62m a tudíž znemožňuje efektivně využít tento prostor pro vedení kabeláže například ve stropních podhledech. Základem konstrukce budovy bez povrchových úprav, tedy stropy, potažmo podlahy, obvodové a nosné stěny (nosné stěny mimo jiné

také tvoří hranice mezi jednotlivými bytovými jednotkami) je vyztužen beton o šířce 0,22m. Pro další úpravu podlah je dále projektantem vymezeno 0,1m (včetně finální nášlapné vrstvy). Ostatní příčky a zdivo jsou tvořeny z keramických tvárnic (heluz) a tvárnic z keramického betonu (liapor) o šířce 0,135m a 0,2m.

1.3.2 Recepce

Recepce je umístěna hned oproti hlavnímu vchodu v 1NP, v půdorysu je tato místnost označena jako A1.1.01 a její plocha čítá 8,6m². Tato místnost spíše ale vznikne předělením místnosti hlavního vchodu A1.0.0 napůl zřejmě nějakou skloplastovou příčkou. V prostorách recepce a navazující schodištní chodby je zvýšený strop oproti zbytku rezidenční části a ve výšce 3m od podlahy zde budou vybudované sádkartonové podhledy. Investor požaduje jedno přípojně místo v prostorách recepce.

1.3.3 Společné chodby a schodiště

Společné prostory pro každé podlaží tvoří plochu 50,4m². Tvořeno je schodištěm a dvěma chodbami, kdy jeden byt je přístupný ze schodiště, chodby jsou pak sdílené vždy jedna pro tři bytové jednotky. Ve schodišťovém prostoru je také myšleno na prostupy pro vedení elektrické energie a slaboproudu.

1.3.4 Byt č. 1

Jeden ze dvou velkých bytů umístěný v čele budovy, označovaný je jako 4kk. Jeho užitná plocha činí 98,1m² s lodžii o výměře dalších 41,8m². Je tvořen předsíní, obývacím pokojem s kuchyňským koutem, dvěma pokoji, ložnicí a dvěma koupelnami. Investor požaduje přístup ke kabelovému připojení v následujících čtyřech místnostech:

- A3.1.03 – obývací pokoj s kuchyňským koutem
- A3.1.04 – pokoj
- A3.1.05 – ložnice
- A3.1.07 – pokoj

1.3.5 Byt č. 2

Byt 2kk o celkové užitné ploše 49,1m² s 5,6m² zasklenou lodžií. Je tvořen předsíní, koupelnou obývacím pokojem s kuchyňským koutem a ložnicí. Připojení kabelem má být dostupné v obou velkých místnostech:

- A3.2.03 – obývací pokoj s kuchyňským koutem
- A3.2.04 - ložnice

1.3.6 Byt č. 3

Byt 2kk o celkové užitné ploše 48,9m² s 5,3m² zasklenou lodžií. Tvořen je předsíní, koupelnou, obývacím pokojem s kuchyňským koutem a ložnicí. Datové zásuvky budou umístěny v těchto místnostech:

- A3.3.03 – obývací pokoj s kuchyňským koutem
- A3.3.04 – ložnice

1.3.7 Byt č. 4

Byt 2kk, svými dispozicemi je téměř identický s bytem č. 2. Jeho užitná plocha je 49m² s 5,4m² zasklenou lodžií. Byt je tvořen obývacím pokojem s kuchyňským koutem a ložnicí. Připojení prostřednictvím kabelu má být dostupné v těchto místnostech:

- A3.4.03 – obývací pokoj s kuchyňským koutem
- A3.4.04 – ložnice

1.3.8 Byt č. 5

Druhý a o trochu větší z dvojice velkých bytů se nachází na opačném čele budovy než byt č. 1. Jedná se o byt 3kk a jeho celková užitná plocha činí 99,8 m² se zasklenou lodžií o výměře 16,2m². Tvořen je předsíní, toaletou, obývacím pokojem s kuchyňským koutem, chodbou, koupelnou, pokojem a ložnicí. Investor požaduje dostupnost pevného připojení v následujících místnostech:

- A3.5.03 – obývací pokoj s kuchyňským koutem
- A3.5.05 – ložnice

- A3.5.06 – pokoj

1.3.9 Byt č. 6

Byt 2kk o celkové užité ploše 56,5m² s lodžii o ploše 7,1m². Tvořen je předsíní, koupelnou, obývacím pokojem s kuchyňským koutem a ložnicí. Investor požaduje dostupnost kabelového připojení v následujících místnostech:

- A3.6.03 – obývací pokoj s kuchyňským koutem
- A3.6.04 – ložnice

1.3.10 Byt č. 7

Tento byt není brán jako klasická bytová jednotka a jako jediný se nenachází na druhém nadzemním podlaží. Zapsán je jako ateliér o celkové výměře 29m² bez lodžie. Tvořen je předsíní, koupelnou a samotným ateliérem (jediná místnost), který je vybavený kuchyňským koutem. Jako ateliér je tato jednotka označena z toho důvodu, že sousedí s výtahovou šachtou a tudíž je zde mírně zvýšená hlučnost a vibrace. Datová zásuvka zde bude umístěna v jediné místnosti:

- A3.7.03 – ateliér

1.4 Souhrn požadavků investora

1.4.1 Požadavky pro rezidenční část

Tabulka 1: požadavky investora pro rezidenční část (vlastní zpracování)

POŽADAVKY	ANO/NE (NEBO POČET)
POČET PORTŮ AKTIVNÍ ČÁSTI	254 (+3 recepce)
PŘENOSOVÁ RYCHLOST	GE
POKRYTÍ BEZDRÁTOVÝM SIGNÁLEM	NE
REDUNDANCE PÁTEŘNÍCH TRAS	NE

Investor požaduje, aby veškeré kabelové vedení v rezidenční části budovy bylo skryté, žádné plastové lišty ani žlaby. Koncové datové zásuvky budou v provedení „pod omítku“, tedy datová zásuvka přišroubovaná na krabici DIN68, design bude shodný ostatními prvky elektroinstalace a bude osazený dvěma porty pro připojení pracovní stanice. Tento požadavek také jasně dává najevo, že horizontální sekce vedení zde bude muset být

zapuštěna v podlaze nebo ve stěnách. Investorem jsou navíc určeny i pozice datových zásuvek v rámci jednotlivých bytů.

Dalším požadavkem je, aby všechny přípojky na internet v daném bytě, byly součástí jedné podsítě. Toho lze docílit dvěma způsoby. Prvním je zavedení aktivního prvku pro každý jeden byt, od kterého by se dále tahalo vedení do jednotlivých datových zásuvek, a tudíž tento prvek by byl branou pro danou podsít'. Druhým řešením se nabízí umístění aktivního prvku pro celé podlaží, od kterého povedou všechny kabelové trasy do jednotlivých bytů a následné oddělení podsítí lze řešit za pomoci technologie VLAN, kdy jednotlivé přípojky v bytě virtuálně spojíme do jedné sítě.

1.4.2 Požadavky pro komerční část

Tabulka 2: požadavky investora pro komerční část (vlastní zpracování)

POŽADAVKY	ANO/NE (NEBO POČET)
POČET PORTŮ AKTIVNÍ ČÁSTI	0
PŘENOSOVÁ RYCHLOST	10GE
POKRYTÍ BEZDRÁTOVÝM SIGNÁLEM	NE
REDUNDANCE PÁTEŘNÍCH TRAS	ANO

Pro komerční část investor požaduje vybudování páteřních optických rozvodů pro jednotlivé zóny, které budou vždy zakončeny v optické vaně v příslušném rozvaděči. Požadovaná přenosová rychlost by měla být 10GE a pro páteřní rozvody je zapotřebí zbudovat i záložní trasy pro případ že by došlo k poškození hlavní trasy. Datové rozvody v jednotlivých komerčních zónách již nebudou předmětem tohoto návrhu. Investor poskytl pouze plánované využití jednotlivých zón, a proto je zapotřebí pouze navrhnout rozvaděče s ohledem na toto plánované využití, kde bude koncový bod pro připojení dané zóny. Protože se jedná o komerční zóny, nehledí se zde na estetičnost provedení, není nutné provádět vedení pod omítkou.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato část bakalářské práce se věnuje vysvětlení základních pojmům souvisejících s počítačovými sítěmi a celkovému přiblížení problematiku budování komunikační infrastruktury.

2.1 Komunikační infrastruktura

Jako první by bylo vhodné vysvětlit, co to vlastně je komunikační infrastruktura. Aby počítačová síť mohla fungovat, je potřeba zajistit technické prostředky pro vzájemnou komunikaci jednotlivých koncových zařízení sítě. V praxi se takové propojení aplikuje za pomoci kabelážních systémů pro přenos komunikací ať už v budově, vymezeném areálu, státě nebo mezi kontinenty. Můžeme si ji představit jako systém cest. Potřebujeme-li se dopravit například z Olomouce do Brna, trasa bude jistě protínat mnoho vesnic a měst, místa s různým stupněm rychlosti jízdy, je zde více možných variant trasy a vše co k tomu patří. Podobné je to i s komunikační infrastrukturou, ta tvoří trasu mezi jednotlivými přístupovými body. Jedná se o soustavu, jejíž prvky dohromady tvoří celek, který se nazývá kabelážní systém. Ten tvoří kabely, konektory, rozvaděče, kabelové trasy, ale i prostředí určené pro bezdrátový přenos, to vše dohromady souhrnně označujeme jako pasivní vrstvu. Součástí komunikační infrastruktury jsou i aktivní prvky (např. Switch, router. [1])

2.2 Počítačové sítě, Internet

Jedná se o propojení dvou a více zařízení za účelem vzájemné komunikace. Dříve byl byla počítačová síť vnímána především jako spojení stolních počítačů a velkých serverů, dnes je ale běžnou součástí života spojovat různá, čím dál více netradičních zařízení, jako jsou smartphony, tablety, hodinky, TV, ledničky, žárovky aj. Všechna tato koncová zařízení jsou schopna si mezi sebou vyměňovat informace. Koncová zařízení spolu v daném prostředí tvoří systémy zařízení, které jsou spojeny komunikačními linkami (analogie k cestě) s paketovým přepínačem (analogie křižovatky nebo města). Tyto linky tvoří různé typy fyzických medií, koaxiální kabely, měděné dráty, optická vlákna a rádiové vlny (analogie k typu cesty, hladký asphalt nebo kočičí hlavy). Analogicky jsou pak pospojované jednotlivé přepínače mezi sebou a mluvíme o síti sítí, kterou dnes

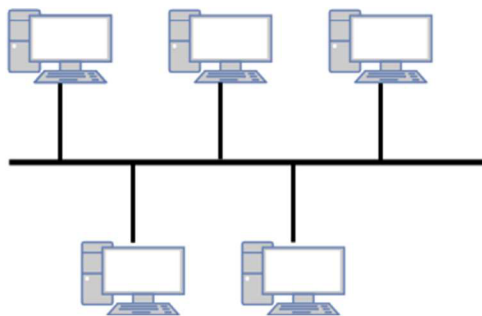
nazýváme Internet. Data jsou na jednom zařízení segmentována, poslána skrze síť formou balíčků, jako bychom poštou posílali vždy jen několik dílku z puzzlí. V zařízení na druhé straně jsou pak data znovu sestavována. Tyto balíčky nazýváme pakety. Přepínač paketů pak funguje tak, že přijímá pakety z jedné komunikační linky, vždy posoudí, komu je určen a paket zašle odchozí linkou směrem k cíli. Odesílání a přijímání informací v rámci internetu je řízeno protokoly, které běží na všech koncových zařízeních, paketových přepínačích a dalších součástech Internetu. [2]

2.3 Topologie počítačových sítí

Topologie nám udává popis uspořádání, propojení jednotlivých prvků počítačové sítě, jedná se vlastně o formu takové síťové mapy. Rozdělujeme ji na fyzickou a logickou. Fyzická je jasně daná fyzickým propojením jednotlivých uzlů, popisuje jejich reálné uložení a propojení skrze přenosová media. Oproti tomu logická topologie definuje způsob propojení na fyzicky zapojených přenosových médiích. Logické propojení se může od fyzického lišit. V základu rozlišujeme tři typy síťových topologií a v reálném prostředí se při řešení velkých síťových infrastruktur můžeme setkat s jejich kombinací. [1]

2.3.1 BUS – sběrnicevá topologie

Otevřená lineární topologie, jedno průběžné vedení. stanice se připojují pomocí odbočovacích prvků. Využití především v sítích spojených koaxiálním kabelem. Výhoda tkví v jednoduchosti implementace a především v její ceně. Nevýhodou je velké množství spojů na vedení, což bývá příčinou množství potíží.

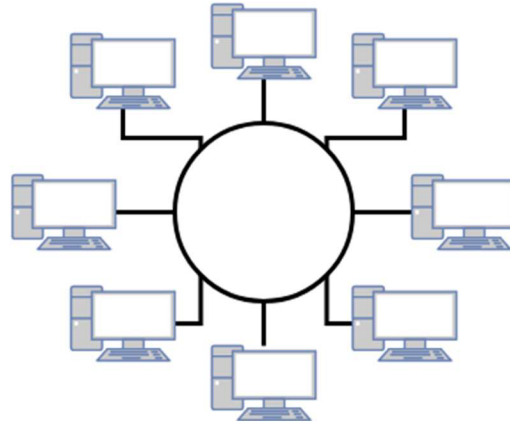


Obrázek 1: sběrnicevá topologie (vlastní zpracování)

Jakékoliv přerušení sběrnice zapříčiňuje kompletní selhání sítě – tj. přerušení komunikace mezi všemi stanicemi, což se velmi obtížně odhaluje. [4]

2.3.2 RING – kruhová topologie

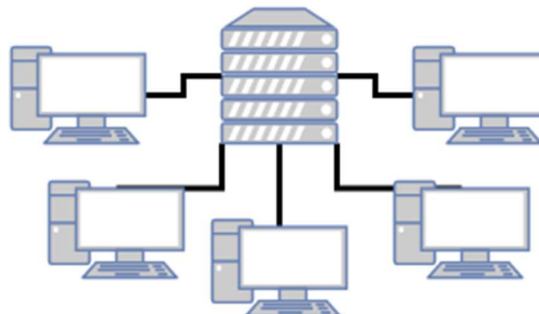
Uzavřená lineární topologie, vedení spojující jednotlivé stanice vytváří souvislý kruh, což umožňuje postupné předávání zpráv. Data putují po kruhu, než dorazí k příjemci. Uzavřením kruhu tato topologie řeší jedinou nepřímou záložní trasu spojení. [4]



Obrázek 2: kruhová topologie (vlastní zpracování)

2.3.3 STAR – hvězdicová topologie

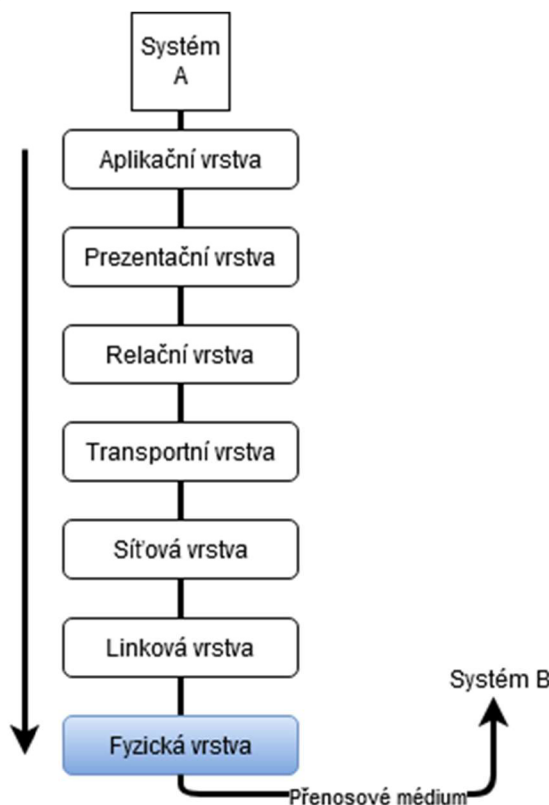
Topologie spojení bod-bod. V dnešní době nejpoužívanější způsob spojení koncových stanic. Každá stanice je připojena vlastním kabelem do jednoho centrálního uzlu, který tvoří střed dané sítě. Pro spojení stanice s centrálním uzlem se zde využívá kroucené dvoulinky. Výhodami takového propojení je vysoká spolehlivost a rychlost. Systém není tolik náchylný na poruchy, přerušení jednoho kabelu vyřadí z činnosti pouze jednu stanici, nikoliv celou síť. Také lokalizace poruch je výrazně jednodušší než třeba u sběrníkové topologie. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena než u předešlých dvou topologií, která je spjatá s větším množstvím kabeláže a nutností využití aktivních prvků. [4]



Obrázek 3: hvězdicová topologie (vlastní zpracování)

2.4 Referenční ISO/OSI model

Jedná se o referenční model síťové architektury propojování otevřených systémů, který byl organizací ISO (International Standards Organization) schválen jako mezinárodní standard označovaný jako RM OSI, proto ISO/OSI. Je to obecný model definující síťovou komunikaci a skládá se ze sedmi na sebe navazujících vrstev. Komunikace mezi dvěma aplikacemi probíhá tak, že na vysílající straně každá vrstva obalí hlavičkou se svými údaji hlavičku z vyšší vrstvy.



Obrázek 4: referenční model ISO/OSI (vlastní zpracování)

Na straně příjemce se hlavičky zase postupně odebírají. Model byl navržen spíše pro rozsáhlé sítě, ale zle ho aplikovat i na menší.

Tři horní vrstvy jsou orientovány aplikačně a pro tuto práci nejsou natolik důležité a proto dále přiblížím pouze spodní čtyři vrstvy, které jsou orientovány na přenos. [2, 3]

2.4.1 Transportní vrstva

Využívá služeb síťové vrstvy a své poskytuje relační vrstvě. Zaměřuje se čistě na komunikaci vysílající-přijímající uzel. Je také první vrstvou, kde již můžeme vnímat

kontext propojení libovolných dvou uzlů mezi sebou. Při vysílání má na starosti segmentaci dlouhých zpráv do paketů a při přijímání zase naopak, tj. poskládat zprávu zpět do původního stavu. Dnes mluvíme o dvou transportních protokolech, TCP a UDP. TCP poskytuje aplikacím spojovanou službu, zajišťuje spolehlivý přenos, řízení toků a zahlcení, čímž může upravovat rychlost přenosu v závislosti na využití linky, zatímco protokol UDP poskytuje nespojovanou službu, nedochází k řízení toků nebo zahlcení, a doručení segmentů není garantováno. [1, 3]

2.4.2 Síťová vrstva

Na této vrstvě je zajišťováno směrování v síti, čímž je zajištěn přenos datových bloků mezi libovolnými uzly sítě. V některých případech dochází k řízení toků a zabezpečení přenosu proti chybám. Vrstva je v Internetu tvořena protokolem IP, který definuje pole datagramu a způsob, jakým budou koncové systémy a jednotlivé směrovače v síti doručovány. Vedle IP protokolu se na této vrstvě nachází množství směrovacích protokolů. [2, 3]

2.4.3 Linková vrstva

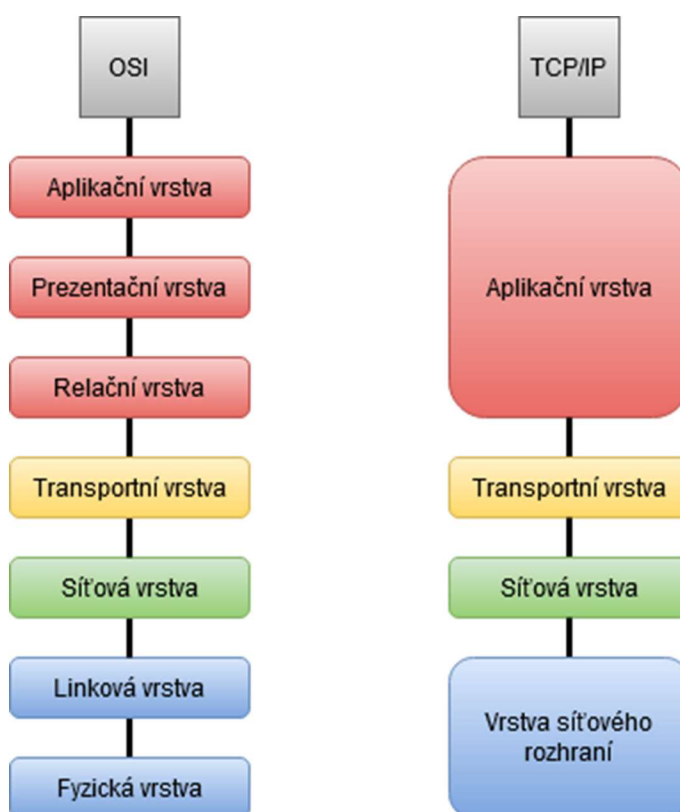
Využívá služeb fyzické vrstvy pro přenos bloků dat, tzv. datových rámců. Fyzická vrstva předává proud dat jako souvislý řetězec bitů, kde pro každý rámeček je potřeba určit jeho začátek a konec. Potvrzuje přijetí rámců vysílající straně, pokud dojde k chybě, vyžádá si rámeček znovu. [3]

2.4.4 Fyzická vrstva

Zajišťuje sériový přenos bitů mezi dvěma uzly za pomoci fyzického přenosového média. Vrstva se zabývá rozhraním pro přenos dat, jeho mechanickými i elektrickými parametry, mezi dvěma síťovými uzly. Tato vrstva je z pohledu mé práce nejdůležitější, její nedílnou součástí je kabeláž, která tvoří základ celého komunikačního systému. Obecně platí, že čím kvalitnější kabeláž zvolíme, tím bude komunikační systém rychlejší a spolehlivější. Každý nevhodně zvolený nebo nekvalitní prvek zhoršuje přenosové parametry kabelážního systému. [2, 3]

2.5 Architektura TCP/IP

Vychází z modelu ISO/OSI. Rodina protokolů TCP/IP je sadou protokolů pro komunikaci v počítačové síti. Jedná se o soubor pravidel, které určují formát a především význam jednotlivých zpráv při komunikaci. Síťový model TCP/IP vznikl postupně v reakci na aktuální požadavky na komunikaci mezi zařízeními. Oproti ISO/OSI předpokládá existenci pouze čtyř vrstev a to aplikační, transportní, síťovou a vrstva síťového rozhraní. [3]



Obrázek 5: srovnání modelu ISO/OSI s modelem TCP/IP (vlastní zpracování)

2.5.1 Vrstva síťového rozhraní

Je nejnižší vrstvou modelu TCP/IP a není jím nikterak vymezena. Je specifická pro každou síť v závislosti na implementované technologii síťového přenosu – tj. například Ethernet, Token ring, aj. [3]

2.5.2 Síťová vrstva

Zajišťuje síťovou adresaci, směrování a přenos datagramů. Implementována je ve všech prvcích, které jsou součástí sítě tj. v koncových zařízeních i prepínačích. Vrstva pracuje s protokoly ARP, IP, IPSEC, ICMP, IGMP. [3]

2.5.2.1 ARP – Address Resolution Protocol

Je protokolem využívaným k nalazení fyzické adresy zařízení MAC, která je vyhledávána podle předem známe IP adresy uzlu. Funguje to tak, že v případě potřeby získat MAC adresu zařízení, se vyšle požadavek všem stanicím v síti. Požadavek obsahuje informace o hledané IP adrese a příslušný uzel s touto adresou reaguje na požadavek odpovědí, která obsahuje hledanou MAC adresu. V případě, že se daný uzel nenachází v místní síti, obrdžíme jako odpověď MAC adresu příslušného směrovače. [3]

2.5.2.2 IP – Internet Protocol

Jedná se o nejzákladnější protokol síťové vrstvy a obecně celého Internetu. Pomocí tohoto protokolu dochází k rozesílání datagramů podle informací o síťových IP adresách obsažených v jejich hlavičkách. Datagramy obsahují informaci o odesílateli i příjemci, ale také jejich pořadí ve zprávě, což je důležité vzhledem k tomu, že datagramy se v síti pohybují nezávisle a pořadí jejich doručení často neodpovídá pořadí ve zprávě. Protokol se dále stará o samotnou segmentaci datagramů a jejich opětovné sestavení do rámců v závislosti na užití technologii přenosu. [3]

2.5.3 Transportní vrstva

Implementována je až v koncových zařízeních (PC, tablet, smartphone, ...) a tudíž umožňuje přispůsobit chování sítě jednotlivým aplikacím. Protokoly transportní vrstvy zajišťují logickou komunikaci mezi aplikačními procesy, které běží na dvou různých zařízeních. Těmi nejdůležitějšími protokoly, se kterými tato vrstva pracuje, jsou UDP a TCP. [2, 3]

2.5.3.1 TCP – Transmission Control Protocol

Prostřednictvím tohoto protokolu zajišťuje transportní vrstva spojovanou komunikaci mezi aplikacemi. V sítích s přepojováním paketů vytváří protokol virtuální okruhy, které umožňují spolehlivé doručení dat i v případě, že nižší vrstvy využívají komunikaci

nespojovanou. Primárně tedy zajišťuje doručení dat v nezměněném pořadí. Při úspěšném doručení poskytuje potvrzení o úspěšném doručení a v případě ztráty dat, pak funkci automatického opakování. Dochází zde i ke kontrole zahlcení, což znamená že rychlost přenosu je proměnlivá v závislosti na vytížení linky. [2, 3]

2.5.3.2 UDP – User Datagram Protocol

Tento protokol patří do rodiny protokolů, které zřizují nespojovanou komunikaci. Mezi dvěma koncovými uzly se zprávy zasílají bez přípravy, vysílající uzel ani nezjišťuje, zda je příjemce dostupný a připravený přijímat data. U nespojovaných služeb obvykle není zaručen spolehlivý přenos, nelze hovořit o záruce správného pořadí, či samotného doručení dat. Protokol nemá fázi navazování či ukončení spojení. Využívá se tam, kde je důraz na menší režie přenosu a zároveň není zapotřebí takové spolehlivosti přenosu jakou poskytuje TCP. Pro představu se jedná o aplikace jako DHCP nebo DNS. [2, 3]

2.5.4 Aplikační vrstva

Jak již z názvu vyplývá, jde o vrstvu aplikací, což jsou programy nebo procesy využívající přenosu dat po síti konkrétním službám uživatele (např. telnet, DHCP, DNS, aj.). Protokoly aplikační vrstvy využívají jednu ze služeb nabízených transportní vrstvou. Každá jedna aplikace je identifikována smluveným číselným označením, které nazýváme tzv. porty, příslušným transportním protokolem a adresou zařízení. Jako příklad aplikačních protokolů lze uvést třeba SMTP, FTP, HTTP, aj. [2, 3]

2.6 Standardy síťového hardware

V kombinování jednotlivých síťových prvků je velká variabilita (1. a 2. vrstva modelu ISO/OSI), proto bylo v historii zapotřebí přijmout standardy – normy, které definují základní požadavky na technické provedení sítě. Tím se zabývá organizace IEEE a také proto jednotlivé standardy nesou označení této instituce. IEEE 802 je rodina standardů pojednávajících o sítích LAN a MAN (lokální, malé, ale i rozlehlé počítačové sítě). Běžný člověk se dnes nejčastěji setkává se standardy skupiny IEEE 802.3 (Ethernet) a IEEE 802.11x¹ pro bezdrátový přenos rádiovými vlnami, který známe pod pojmem Wi-Fi. [4]

¹ Písmeno „x“ zde označuje množinu doplňků k původnímu standardu 802.11

2.6.1 Technologie Ethernet

Dnes je to nejrozšířenější standard počítačových sítí. Původní Ethernet 10BASE-5 navrhla firma Xerox již v roce 1976, ale ten se už dnes nepoužívá. Od té doby samozřejmě prošel rozsáhlým vývojem a tak se dnes můžeme setkat s vícero jeho variantami. Základním znakem této technologie je protokol pro přístup ke sdílenému přenosovému médiu CSMA/CD, což je metoda s vícenásobným přístupem i nasloucháním a detekcí kolizního vysílání. Ve chvíli kdy chce stanice vysílat, napřed naslouchá na lince, zda nevysílá někdo jiný, pokud je linka volná, začne vysílat. V dnešní době už se ale při návrzích síťových infrastruktur ustupuje od využití této metody, protože sdílené médium dnes nahrazují full-duplexní přípojení. Při použití technologie GigabitEthernet se dá hovořit že metoda CSMA/CD je teoreticky opuštěna. Pro ethernetové sítě se používají koaxiální kabely, kroucené dvojlinky nebo optická vlákna. V případě kroucené dvoulinky je vedení standardně zakončeno v konvenčních konektorech RJ-45. [4, 5]

Tabulka 3: přehled Ethernetových technologií (vlastní zpracování)

OZNAČENÍ	IEEE STANDARD	PŘENOSOVÁ RYCHLOST
ETHERNET	802.3	10 Mb/s
FASTETHERNET	802.3u	100Mb/s
GIGABITETHERNET	802.3ab	1000Mb/s
10GE	802.3an	10Gb/s
100GE	802.3ba	100Gb/s

2.6.2 Technologie bezdrátového přenosu Wi-Fi

Základem této technologie jsou přístupové body (také AP, access point), které spojují bezdrátové sítě s tou kabelovou. Na straně uživatele je druhá komponenta, uživatelský adaptér - síťová karta, přizpůsobená pro příjem i vysílání. Koncept vychází z technologie Ethernetu, také se zde využívá metoda CSMA/CD, avšak vše je přizpůsobeno bezdrátovému přenosu. [4, 5]

2.7 Členění kabelážního systému

Kabelážní systém členíme do několika sekcí, přičemž každá má svá jasně daná pravidla a musí se řídit příslušnými normami, které se na danou sekci vztahují. [1]

2.7.1 Horizontální sekce

Jedná se o všechno vedení propojující datový rozvaděč se zásuvkou pracoviště. Řídí se normou ČSN EN 50173, která mimo jiné říká, že fyzická topologie je vždy hvězdicová. Ve většině případů je vedení realizováno metalikou, výjimečně ji lze realizovat i z optických vedení (varianta „Fiber to Desk“). Název není odvozen od toho, že by se sekce byla vedena pouze v horizontální rovině, jde o odvozeninu od zařazení v obecném schématu kabelážního systému. Je to ta část kabeláže, která je na jedné straně zakončena v datovém rozvaděči, obvykle na přepojovacím patch panelu v jacku RJ45 (případně zářezová varianta patch panelu), na druhé je ve většině případů zakončena účastnickou zásuvkou taktéž v jacku RJ45. V jacku RJ45 musí být zakončené vždy všechny 4 páry kroucené dvoulinky, jiná možnost není přípustná. Pro zachování nejlepších přenosových vlastností je také vhodné využívat na obou stranách stejný typ jacku. Sekce je tvořena linkou o maximální délce elektrického vedení 90m. Můžeme využít i stíněnou kabeláž, je ale zapotřebí využít kvalitního stínění nejen kabelu, ale i jacku. Linka je stíněna vždy na straně datového rozvaděče, nikdy ne v datové zásuvce. V objektech, kde jsou rozvody 230V realizovány v původní dvou vodičové soustavě TN-C, místo současné tří vodičové TN-S, se z bezpečnostního hlediska stíněná kabeláž nerealizuje. [1]

2.7.1.1 Pracovní sekce

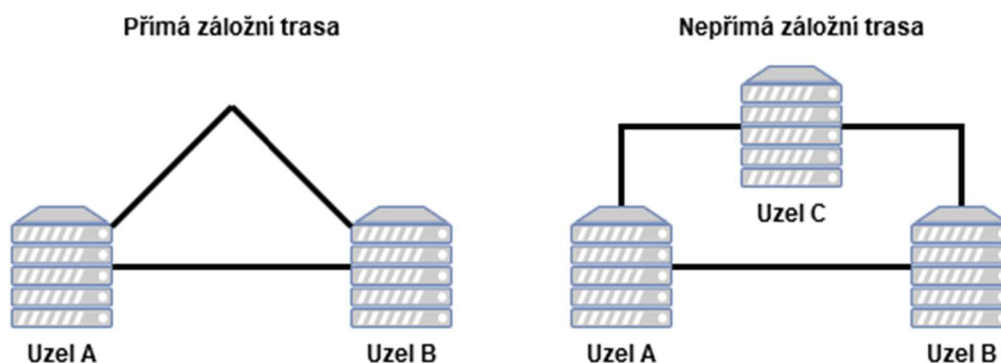
Jsou to připojovací kabely na pracovištích, od datové zásuvky po pracovní stanici, a propojovací kabely v datových rozvaděčích, mezi patch panelem a aktivním prvkem. Provedení pracovního vedení se odvíjí od provedení jednotlivých linek páteřní a horizontální sekce. Z hlediska topologie je pracovní sekce pouhým prodloužením horizontální linky, případně páteřní sekce. Délka pracovního vedení v rozvaděči by neměla překročit 5m, maximální přípustná délka je 6m. Připojovací i propojovací kabely musí být zhotoveny z pružného kabelu typu lanko a na obou stranách jsou zakončené plugem RJ45 v případě metalického vedení. U optických pracovních vedení musí být pro kabel zvolen typ vlákna shodný s typem připojované trasy. Zakončené je příslušným optickým konektorem. Je nanejvýš vhodné pro tyto účely využít dílensky testované připravené kabely s integrovanou mechanickou ochranou plugu, místo použití vlastní výroby kabelu. [1]

2.7.1.2 Zónová kabeláž

Toto řešení vzniklo v reakci na požadavek, jež vyplynul s příchodem větších administrativních ploch nazývaných „Open Office“. Open Office je zpravidla velká volná plocha, kde není dopředu známo přesné využití nebo rozložení pracovišť a dochází zde k častým změnám umístění zásuvek, ať už datových nebo elektrických. Každý nájemce si daný prostor přizpůsobí podle svých představ. Jednotlivá pracoviště může oddělit přepážkami, nebo pouze nábytkem. Standardní řešení linky není navrženo pro časté změny uspořádání, zejména díky mechanickým vlastnostem kabelu. Z tohoto důvodu bylo vymyšleno jiné technické řešení, které nazýváme zónová kabeláž. Linka není na jedné straně zakončena v datové zásuvce, ale v místě kde se svazek kabelů má větvit k jednotlivým zásuvkám. V tomto místě se svazek zakončí v bloku, který nazýváme konsolidační bod (CP, Consolidation Point). V tomto bodě je svazek ukončen standardním způsobem, tj. v jacku RJ45 nebo v zářezovém bloku. Z konsolidačního bodu směrem k zásuvce již pokračujeme flexibilním vedením typu lanko. [1]

2.7.2 Páteřní sekce

Stejně jako horizontální sekce se řídí normou ČSN EN 50173, dle které je pro data realizována výhradně z optických vedení, pro hlasové služby může být použité i metalické vedení. Páteřní vedení spojuje jednotlivé komunikační uzly, které jsou tvořeny datovými rozvaděči. Fyzická topologie je hvězdicová s možností doplnění záložních vedení (úplný/neúplný polynom). Záložní trasy (také redundantní trasy) se realizují v provozech, kde je kladen vyšší nárok na bezpečnost a spolehlivost systému. Mohou být přímé nebo nepřímé.



Obrázek 6: příklady řešení záložní trasy (vlastní zpracování)

V obou případech řešení redundantní trasy je však nutné dbát na to, aby jednotlivé trasy od sebe byly fyzicky oddělené, záložní trasa nemusí být nutně realizována za pomoci optického vedení, můžeme využít i metalické. Maximální délka páteřního vedení je omezena pouze typem optického vlákna a jeho kvalitou. Obecně lze tvrdit, že čím vyšší požadavky jsou kladeny na rychlost přenosu, tím kratší dosah získáme. S využitím vhodné technologie můžeme dosáhnout délky vedení klidně i přes 100km. Základní páteřní rozvod je realizován za pomoci optických kabelů zejména z důvodu galvanického oddělení jednotlivých uzlů sítě, čímž vzniká ochrana proti přepětí a především nabízí možnost nasazení výrazně rychlejších systémů než v případě metalického vedení. [1]

2.7.3 Datový rozvaděč

Jsou umístěny v jednotlivých uzlech síťové infrastruktury, je to místo pro uložení aktivních prvků, přepojovacích panelů, organizérů kabeláže a dalších prvků sítě jako jsou například záložní zdroje, paměťová centra, ústředny telefonie, aj. Existuje více různých provedení datových rozvaděčů, výběr závisí na konkrétních podmínkách v místě instalace. Vnitřní montážní výška datových rozvaděčů je standardizovaná a udává se v jednotkách UNIT (zkr. U), $1U = 44,45\text{mm}$. Šířka je uváděna v palcích, kdy jeden palec odpovídá $25,4\text{mm}$. Nejčastěji využívaná šířka je 19 palců. [1]

2.8 Metalická vedení

Princip přenosu dat v případě metalické kabeláže tkví v elektrickém signálu, který je posílán skrze měděný vodič. Pro vodič lze využít i jiné materiály, ale zdaleka nedosahují takových přenosových vlastností jako kvalitní vodiče s čistotou mědi větší než 99%. Metalickou kabeláž tvoří různé druhy kabelů: koaxiály, triaxiály, párové kabely, quad kabely (kroucená čtveřice vodičů). V dnešní době jsou nejrozšířenějším druhem symetrické párové kabely, což znamená kroucené páry, kde se standardně nachází 4 páry v jednom kabelu. Objem různých provedení konstrukcí párových kabelů je poměrně velký. Na trhu existuje množství řešení kabelů, každý má svá specifika a aby byl kabel vhodně zvolen pro instalaci, sleduje se celá řada parametrů. Jestli jde o stíněnou nebo nestíněnou kabeláž, z jakého materiálu je zhotoven plášť, venkovní nebo vnitřní použití. V případě vnitřních prostor se často posuzuje i o jaké místo se jedná, jiný materiál pláště použijí ve veřejných prostorech kde dochází ke schromažďování většího počtu osob a

jiný v rodinném domě. Samotná konstrukce kabelu má významný vliv na jeho přenosové vlastnosti. [1]

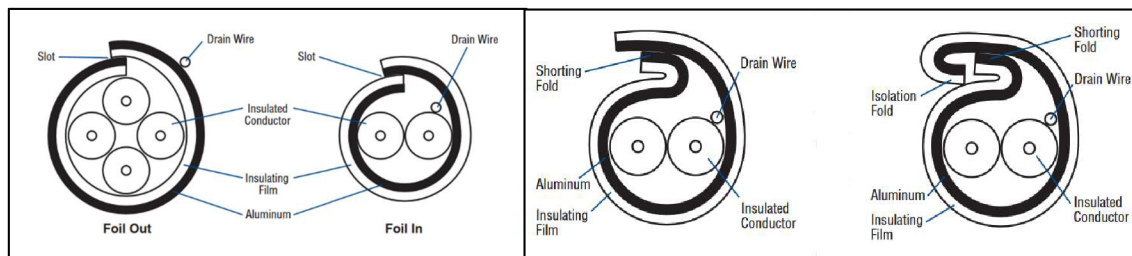
Tabulka 4: přehled typů konstrukcí metalických kabelů (vlastní zpracování)

SLEDOVANÝ PRVEK	POPIS
PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ VODIČŮ	Plochý průřez, kruhový průřez s nebo bez prostorového oddělení párů
KONSTRUKCE PÁRŮ VODIČŮ	Standardní konstrukce páru, svařované páry
ZKRUT PÁRU VODIČŮ	Konstantní kroucení, proměnné kroucení
KONSTRUKCE VODIČE	Drát, lanko, speciálně upravené lanko pro CP nebo drát pro pracovní vedení
KONSTRUKCE STÍNĚNÍ	Nestíněné, stíněné opletením, folií nebo folií a opletením
KONSTRUKCE PLÁŠTĚ	Jedno nebo více plášťové, armované, speciální
MATERIÁL PLÁŠTĚ	PVC, NH, PE, FEP, PUR, aj.

2.8.1 Stínění kabelů

Funguje na principu Faradayovy klece a jeho primárním účelem je zabránit průniku elektromagnetického pole kabelu nebo vodiče do okolního prostředí, jedná se tedy spíše o ochranu před vyzařováním. Sekundárním působením brání průniku elektromagnetického záření k párům kabelu a tím je částečně chrání před přeslechů a rušením. Aby bylo stínění kabeláže správně provedené, je třeba dbát na jeho pečlivou instalaci a uzemnění. V odborných kruzích se vede pře o výhodách stínění, kabel stejné konstrukce vykazuje lepší přenosové vlastnosti v nestíněné verzi, jak ve stíněné. [1]

- **Stínění opletením** – při maximální hustotě opletu nepřesáhne stínění 86%
- **Stínění folií** – lze dosáhnout až 100% stínění, je však nutné vodivé uzavření folie kolem párů, tak aby při jeho ohybu nemohlo dojít k rozevření přesahu folie

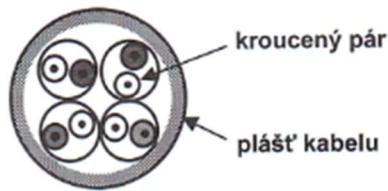


Obrázek 7: různá řešení stínění kabelů, vlevo méně vhodné řešení, vpravo správné řešení (Zdroj: 8)

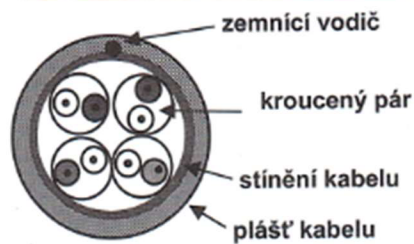
V anglicky mluvících zemích, podle stupně stínění, rozlišujeme tyto základní typy kabelů:

- UTP (unshielded twisted pair)
- STP/FTP (shielded/foiled twisted pair)
- ISTP (individual shielded twisted pair)

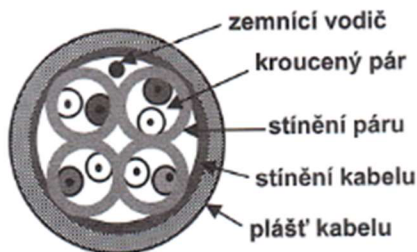
UTP - nestíněný párový kabel



STP/FTP - celkově stíněný párový kabel



ISTP - celkově stíněný párový kabel se stíněním jednotlivých párů



Obrázek 8: různé typy metalických kabelů (Zdroj: 1, s16)

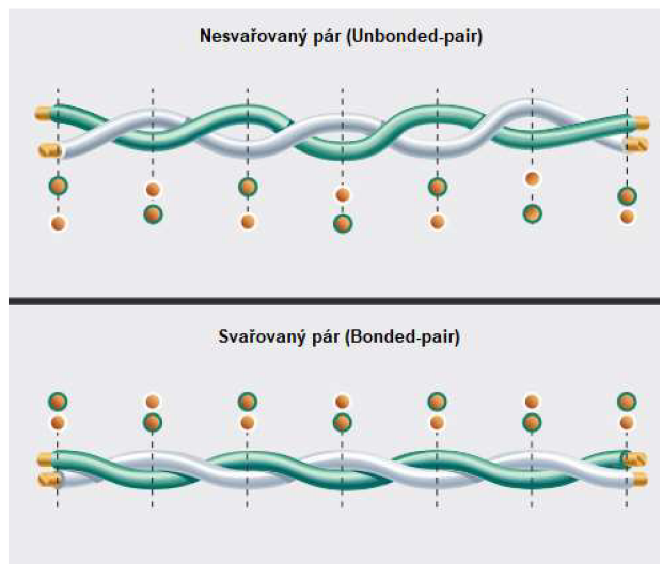
V německy mluvících zemích pak existuje odlišná konvence v označování jednotlivých typů kabelu. Rozdíly ve značení ukazuje následující tabulka. [1]

Tabulka 5: přehled jednotlivých typů metalických kabelů (Zdroj: 1, s16)

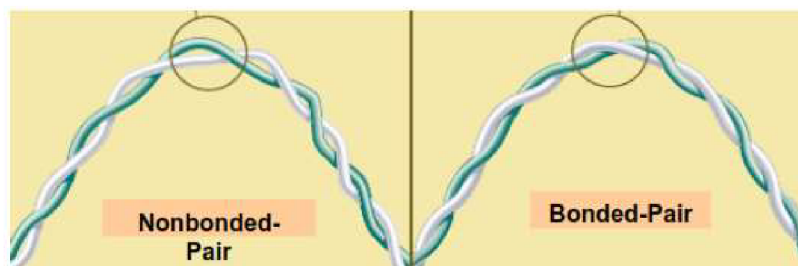
ANGLICKY	NĚMECKY	POPIS
UTP	U/UTP	nestíněný kabel
FTP	F/UTP	kabel stíněný folií
STP	S/UTP	kabel stíněný opletením
	SF/UTP	kabel stíněný opletením a folií
ISTP	S/FTP	kabel s individuálním stíněním párů – páry folií, celkové opletením
	F/FTP	kabel s individuálním stíněním párů – páry folií, celkové folií
	U/FTP	kabel s individuálním stíněním párů – páry folií, celkové není

2.8.2 Impedance

Základním parametrem, jenž kromě jiných, ovlivňuje především kvalitu přenosu, je podélná stabilita impedance vedení. Na tu má vliv především symetrie vodičů v kabelu. Symetrií vodičů rozumíme konstantní vzdálenost obou os vodičů po celé délce vedení. Podélnou stabilitu impedance nepříznivě ovlivňuje zejména nedokonalost této symetrie v páru, ale také lokální destrukce symetrie v místě ostrého ohybu. Proto je důležité při instalaci kabeláže být pečlivý a dbát na minimální poloměry ohybu kabelů dané technickou specifikací. Do značné míry impedanci ovlivňuje i samotné stínění, které už z výrobního hlediska nelze vyrobit tak, aby bylo v konstantní vzdálenosti od vodiče nebo páru.



Obrázek 9: srovnání impedance nesvařovaného a svařovaného páru (Zdroj: 6)



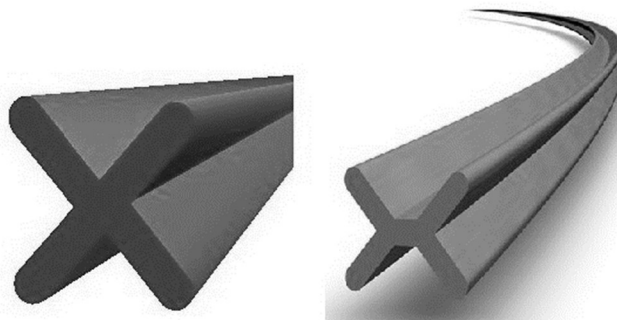
Obrázek 10: chování nesvařovaného a svařovaného páru v ohybu (Zdroj: 7)

Nedostatečná symetrie párů způsobuje lokální změny impedance na vedení, což následně způsobuje odrazy signálů, vytváří se různé šумы a vyzařování, tzv. přeslechy. Dá se říci, že změna impedance nepříznivě ovlivňuje všechny přenosové parametry vyjma útlumu a rozdílového zpoždění. [1]

2.8.3 Přeslechy mezi páry kabelu

Přeslech je libovolný jev, kdy signál přenášený jedním kanálem přenosového systému, nežádoucím způsobem ovlivňuje signál přenášený jiným kanálem. Interferenci vyzařovaného vlnění mezi páry lze ovlivnit několika způsoby. Pro snížení přeslechů jsou v konstrukcích kabelu použity různé technologie. [1]

- **Odlíšné twistování** – každý pár má jinou výšku závitů zkroucení, má to však nevýhodu spočívající v odlišné elektrické délce jednotlivých párů, které je příčinou vzniku rozdílového zpoždění. Tato metoda je dostačující pro kabely do kategorie 5.
- **Distanční prvek** – pro kabely vyšších kategorií (6, 6A, ...), které jsou určeny pro vyšší kmitočty se pro vzdálení jednotlivých párů od sebe využívají separační pásky nebo kříže zvané x-spline nebo prodloužený kříž e-spline, pro kategorie 6A a vyšší se dnes objevuje i prvek zvaný h-spline
- **Stínění jednotlivých párů** – využívá se zejména pro kmitočty 1000Mhz a více



Obrázek 11: distanční prvky, zleva x-spline a e-spline (Zdroj: 9)



Obrázek 12: příklad kabelu se stíněním jednotlivých párů (Zdroj: 9)

2.8.3.1 Alien přeslechy

Jsou to přeslechy mezi páry dvou sousedících kabelů uložených ve svazku v kabelové trase. Na odstranění tohoto jevu se využívají dva způsoby, oddálení kabelů od sebe nebo použití alien bariéry. Vzdálenost jednotlivých kabelů lze upravit například zvětšením tloušťky pláště nebo vložením distančního segmentu pod plášť. Jako alien bariéra je potom brána matrix páska nebo stínění. [1]

2.8.4 Přehled klasifikace a konstrukčních řešení párových datových kabelů

Následující tabulky poskytují souhrnný přehled klasifikace párových kabelů a jejich typická konstrukční řešení v dané kategorii.

Tabulka 6: Klasifikace párových datových kabelů (Zdroj: 1, s15)

TŘÍDA	KATEGORIE	FREKVENČNÍ ROZSAH	OBVYKLÉ POUŽITÍ	STAV POUŽITÍ
A	1	do 100 kHz	analogový telefon	
B	2	do 1MHz	ISDN	
C	3	do 16MHz	Ethernet 10Mbit/s	
-	4	do 20MHz	Token Ring 16Mbit/s	
D	5	do 100MHz	FE, ATM155, GE	aktuální
E	6	do 250MHz	ATM1200	aktuální
E _A	6A	do 500MHz	10GE	aktuální
F	7	do 600MHz	10GE	
F _A	7A	di 1000MHz	10GE a ???	

Tabulka 7: Konstrukční řešení nestíněných párových kabelů (Zdroj: 1, s47)

KATEGORIE	FREKVENČNÍ ROZSAH	PRVEK PRO SNÍŽENÍ PŘESLECHŮ MEZI PÁRY V KABELU (NAPŘ. KŘÍŽ)	PRVEK PRO SNÍŽENÍ PŘESLECHŮ MEZI PÁRY SOUSEDNÍCH KABELŮ
5	100MHz	ne	ne
6	250MHz	ano	ne
6A	500MHz	ano	ano
7	600MHz	<u>v UTP provedení není</u>	
7A	1000MHz		

Tabulka 8: přehled konstrukčních řešení stíněných párových kabelů (Zdroj: 1, s47)

KATEGORIE	VARIANTA	FREKVENČNÍ ROZSAH	PRVEK PRO SNÍŽENÍ PŘESLECHŮ MEZI PÁRY V KABELU (NAPŘ. KŘÍŽ)	INDIVIDUÁLNÍ STÍNĚNÍ PÁRŮ V KABELU	CELKOVÉ STÍNĚNÍ KABELU
5		100MHz	ne	ne	ano
6		250MHz	ano	ne	ano
6A	1	500MHz	ano	ne	ano
6A	2	500MHz	ne	ano	ne
6A	3	500MHz	ne	ano	ano
7		600MHz	ne	ano	ano
7A		1000MHz	ne	ano	ano

2.8.5 Prvky konektivity metalických vedení

Konektor, případně pozice konektoru v datové zásuvce, přepojovacím panelu nebo na aktivním zařízení, se nazývá PORT a tento obecný název platí bez ohledu na typ použitého konektoru. Rozeznáváme dvě obecné označení konektorů.

- **zásuvka – female – JACK** – většinou na straně zařízení
 - pevně uchycený (integrován) v nějakém zařízení
 - nahraditelný (modulární) s uchycením typu KEYSTONE nebo NON-KEYSTONE
- **zástrčka – male – PLUG** – ve většině případů na připojovacím kabelu

Jack typu Keystone je pomocí pružné západky uchycen do normalizovaného obdelníkového otvoru. Oproti tomu uchycení typu non-keystone je speciálním uchycením, avšak liší se i v jednotlivých typových řadách od jednoho výrobce. Standardním, normalizovaným zástupcem konektorů infrastruktury komunikačních systémů je modulární jack a plug RJ45. Mají osm kontaktů pro připojení všech čtyř párů kabelu. Vyrábí se v různých kategoriích, ve stíněné i nestíněné verzi, pro drát nebo lanko. Přenosové parametry jsou však vzhledem k rozměrovému řešení limitovány pro šířku pásma do 500MHz, což odpovídá kabelu kategorie 6A. Pro větší frekvenční rozsah již nebude možné tento typ konektoru využít. Plug RJ45 je prvkem, který zakončuje pracovní vedení. [1]



Obrázek 13: RJ45 jack (vlevo) a plug (vpravo) (Zdroj: 10)

Každá linka může být na jejích koncích zakončena jackem RJ45 v přepojovacích panelech, tzv. patch panelech nebo v jiném datovém výstupu, zpravidla v datové zásuvce. Jak datové zásuvky, tak patch panely se vyrábí v plně osazeném (integrovaném) provedení nebo v modulárním provedení, kdy jsou jejich prvky vyměnitelné. Lze je různě kombinovat a měnit jejich počet. Jednotlivá provedení lze nalézt v různých stupních průmyslové ochrany od IP20 až po IP68 (klasifikace řídicí se podle ČSN EN 60529). [1]

2.8.5.1 Patch panely

V různých provedeních na zeď nebo na montáž do racku, ale i různá speciální provedení. Jedná se o nejpohodlnější variantu způsobu přepojování, které je realizováno za pomoci propojovacích kabelů na jedné straně, zapojeného do portu patch panelu a na druhé do portu aktivního prvku. Přepojování je snadné a není k němu potřeba žádných speciálních zkušeností. [1]



Obrázek 14: různá provedení patch panelů (Zdroj: 8)

2.8.5.2 Datové zásuvky

Taktéž pro montáž na zeď, ale i na krabici DIN68 ve zdi nebo parapetních kanálu. Datové zásuvky se umísťují i do různých speciálních držáků (např. do nábytku) a podlahových boxů. Datové zásuvky představují hranici horizontální sekce a jejího prodloužení ve formě pracovního vedení. [1]



Obrázek 15: příklad modulární datové zásuvky (Zdroj: 10)

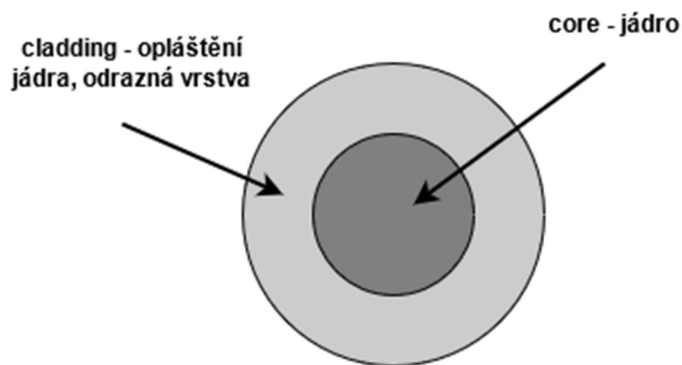
2.9 Optická vedení

V optických vedeních, na rozdíl od metalických, není informace zasilána elektrickým signálem, ale je přenášena v optickém vlákne za pomoci nosného světelného paprsku, což má nesporné výhody. Optická vedení umožňují dosáhnout výrazně vyšších přenosových rychlostí při vysoké přenosové kapacitě na mnohem větší vzdálenost. Zároveň postrádá množství nevýhod spojených s přenosem elektrických signálem (rušení, indukce, zemnění, aj.). Ani optika ale není dokonalá a i tato technologie přináší své problémy, jedná se především o útlum světelného paprsku a nežádoucí odrazy. Zatímco u elektrického signálu je základním rozlišovacím kritériem frekvence (kmitočet) tohoto signálu, v případě světla, které je formou elektromagnetického vlnění, používáme pro klasifikaci vlnovou délku. Dle přenosového módu rozlišujeme dva druhy optických vláken. [1]

- **SingleMode (SM FO)** – obvykle světlo s vlnovou délkou 1310 a 1550nm
- **MultiMode (MM FO)** – obvykle světlo s vlnovou délkou 850 a 1300nm

2.9.1 Optické vlákno

Optické vlákno může být z různých materiálů, běžně se setkáváme se skleněnými nebo plastovými, případně kombinací obojího. Skleněná vlákna nacházejí využití v komunikační infrastruktuře, zatímco ta plastová se využívají především na krátké vzdálenosti, většinou v přístrojové technice. Skleněné optické vlákno je tvořeno dvěma neoddělitelnými částmi jádro (core) a plášť (cladding). Jádro tvoří osu vlákna, je z křemičitého skla dopovaného germaniem, a na něm je neoddělitelná vrstva - plášť jádra, který je tvořen z čistého skla a plní odrazovou funkci. [1]



Obrázek 16: konstrukce optického vlákna (vlastní zpracování)

Vstupní paprsek se pak odráží v závislosti na úhlu, který svírá mezi jádrem a odraznou vrstvou. Při instalaci optického vedení je taktéž zapotřebí dbát na dodržení technických postupů daných výrobcem, zejména je nutné dodržovat maximální tahovou sílu a poloměry ohybu. Může nastat situace, kdy je velkým ohybem překročena hranice kritického úhlu a paprsek se přestane odrážet o rozhraní jádra a odrazné vrstvy, ale láme se a je směřován mimo vlákno. [1]

2.9.2 Ochrana vlákna

Samotné optické vlákno je velmi křehké a náchylné na mechanické porušení, proto je ho třeba chránit proti vnějším vlivům, aby zůstali zachované jeho přenosové vlastnosti. Ochrana vlákna se dělí na tři segmenty. [1]

- **Primární** – speciální lak, kterým je FO chráněno proti vlhkosti a chemickým vlivům, je aplikována vždy, průměr 250 μ m [1]

- **Těsná sekundární** – těsná plastová bužírka aplikovaná na primární ochranu, mechanická ochrana vlákna, zajišťuje potřebnou pevnost pro instalaci optického konektoru, průměr 900 μ m [1]
- **Volná sekundární** – do trubičky je volným způsobem vloženo několik optických vláken a volný prostor je vyplněn gelem, tento druh ochrany není vhodný pro instalaci konektorů, průměr se liší podle počtu vláken [1]

2.9.3 Konstrukce kabelů s optickými vlákny

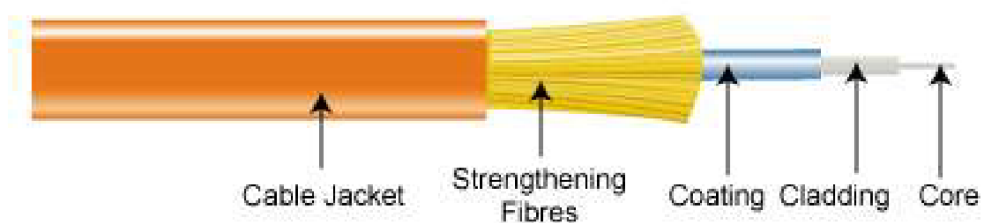
Optické kabely se vyrábějí v mnoha konstrukčních variantách, které mohou obsahovat jakýkoliv typ optického vlákna, ve speciálních případech dokonce i kombinaci různých typů. Jednotlivé konstrukce kabelů dělíme zejména na základě typu užití sekundární ochrany. [1]

Tabulka 9: přehled konstrukčních řešení optických kabelů (Zdroj: 1)

Kabely s těsnou sekundární ochranou	BREAKOUT	simplex, duplex, breakout
	OPDS	minibreakout
	INTEX	
	RIBBON	ploché páskové kabely
Kabely s volnou sekundární ochranou	MFPT (Multi-fiber per Tube)	Central Tube (CT)
		Multi Tube (MT)
		RIBBON
Speciální konstrukce		závěsné, podmořské kabely, aj.

2.9.4 Struktura kabelu s těsnou sekundární ochranou

Vlákno chráněné primární i sekundární vrstvou, mezi vnějším pláštěm a samotným vlákem je vložena pevnostní tahová výplň z kevlarových nebo aramidových vláken.



Obrázek 17: konstrukce optického kabelu (Zdroj: 12)

Jako materiál vnějšího pláště se užívají stejné materiály jako pro metalické kabely (PVC, PE, PUR, ...). Výběr materiálu pláště tedy závisí především na plánovaném využití. [1]

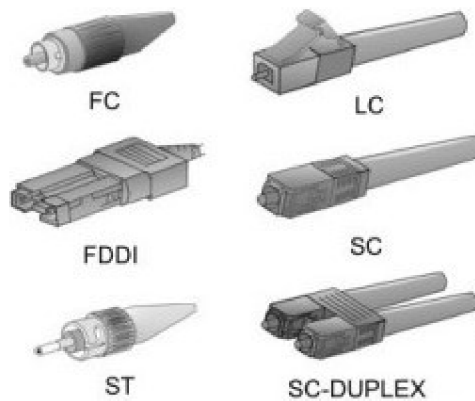
2.9.5 Instalace optických kabelů

Aby nedošlo k poškození optických vláken, je potřeba s kabely zacházet opatrně. Nikdy netaháme kabel za vlákna, vždy za pevnostní prvek. Z cívky je kabel odvíjen tak, aby nedošlo k jeho překroucení a následnému poškození vláken. Při pokládce dodržujeme minimální poloměr ohybu, obecně platí, že čím větší je poloměr ohybu, tím menší jsou ztráty při přenosu informace. Kabely vždy instaluje prostředích s rozsahy teplot schválených výrobcem kabelu. Při venkovních pokládkách je vhodné kabel neukládat samotný. Například když pokládáme kabel do země, je vhodné využít chrániček nebo multi-kanálů s vhodným průměrem. Výkop je nákladný a při použití chráničky je v případě nějaké prouchy výměna snadná. Nouzově lze optický kabel vést i vzduchem, je to ale nepraktické, vzhledem k tomu, že je zde zvýšená možnost mechanického poškození (např. vysoký nákladní vůz se může o kabel zachytit a tím ho zničit). Při vnitřním použití se řídíme téměř stejnými pravidly jako venku s tím rozdílem, že při delším stoupání (více podlažní budovy) je nutné kabel pravidelně fixovat, aby nedošlo k jeho deformaci vlastní vahou. Na delší stoupání také není vhodné využívat MFPT kabely, protože gel vyplňující prázdný prostor časem steče do rozvaděče. [1]

2.9.6 Prvky konektivity optických vláken

Podobně jako u metalického vedení zde narážíme na pojmy plug a jack, funkce jsou principiálně stejné. Zásadním rozdílem však je, že u optických rozvodů se součásti konektorů nijak nepodílí na přenosu signálu. Optické spoje lze provádět jako nerozebíratelné (svařované spoje) nebo rozebíratelné (pomocí optických konektorů a adapterů). Konektory zde slouží pouze jako distanční prvky pro přesné napojení optických vláken. Velmi důležitým prvkem v optickém konektoru je kontaktní díl zvaný ferule. Vláknem prochází ferulí konektoru a na její čelní ploše je zabroušeno a zaleštěno do stejné roviny s touto plochou. V optickém adaptéru pak dochází k přesnému usazení dvou protilehlých konektorů na sebe jejich čelními plochami. Je velmi důležité, aby vlákna proti sobě nebyla vyosená a ve spoji nevznikla vzduchová mezera. Existují také

konektory bez ferule, jsou však náchylnější a přesnému dosednutí čelních ploch na sebe bývá pomoheno imerzním gelem, který má stejný index lomu světla jako skleněné vlákno. Obecně existuje více typů řešení optických konektorů (ST, SC, LC, konektory třídy SFF, aj.). [1]



Obrázek 18: příklady různých optických konektorů (Zdroj: 11)

2.9.7 Optické rozvaděče

V datovém rozvaděči je pro zakončení optických kabelů vždy použita tzv. optická vana, neboli ODF – Optical Distribution Frame. ODF slouží zejména pro uložení rezervy vláken, organizaci kazet s ochranami svárů a především pro vytvoření přepojovacího pole. Přepojovací pole je tvořeno čelním panelem ODF ve formě modulárních patch panelů pro optické adaptéry, adapter panelů nebo předzapojenými kazetami s adaptéry. [1]

3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V předchozích dvou kapitolách analýza plánovaného stavu a teoretická východiska práce je nastaven podklad pro základ návrhu komunikační infrastruktury. V této kapitole se dále budu věnovat návrhu infrastruktury pro dříve popsany objekt. Návrh samotný rozdělím do dvou částí: rezidentní a komerční.

Vzhledem k tomu, že pro budoucí stavbu mají být voleny materiály určeny pro dlouhou životnost, rozhodl jsem se volit prvky pasivní kabeláže společnosti Panduit, která má na poli jednotných kabelážních systémů mnohaleté zkušenosti a poskytuje velmi kvalitní výrobky. Při správně provedené instalaci certifikovanou společností lze také dosáhnout na systémovou garanci o délce až 25 let.

3.1 Hlavní rozvaděč

Po dohodě s investorem jsme se rozhodli zbudovat zjedné sklepní kóje technickou místnost pro umístění hlavního rozvaděče budovy, kde bude umístěn 42U stojanový rozvaděč **KR110 610-42**, který bude poskytovat dostatek montážního prostoru jak pro současný návrh, tak i do budoucna. Sklepní kóje se nachází v prvním podzemním podlaží (1PP) a v půdorysu je označena jako A1P.3.04. Tento rozvaděč označený jako DR-H bude výchozím bodem pro poskytovatele datových služeb v této budově a to jak pro rezidenční část, tak pro komerční prostory. Odtud bude tažena páteřní sekce infrastruktury, pro kterou jsem se rozhodl použít optický kabel od firmy Panduit s označením **FLIL902Y**. Jedná se o SingleMode OS2 optický kabel v duplex provedení s označením LSZH, který bude vždy na straně hlavního rozvaděče zakončen v optické vaně a na straně podružných rozvaděčů rezidenční části bude zakončen duplexním LC konektorem **FLCDSBUY** a zapojen do SFP+ modulu switchu. Na straně podružných rozvaděčů komerční části pak páteřní vedení bude zakončeno vždy v optické vaně.

3.1.1 Návrh hlavního datového rozvaděče

Celkový počet pozic 42U bude rozdělen do 4 částí: pro poskytovatele připojení, rezidenční, komerční a ostatní (záložní napájení, bezpečnostní systémy, aj.). Pro každou část je vyhrazen rezervní prostor pro případné doplnění dalších prvků v budoucnosti.

Hlavní rozvaděč bude osazen dvojicí stejných komponent, jednou pro rezidence a jednou pro komerční zónu. Každou zónu bude obsluhovat výkonný switch **N4064F** od společnosti Dell, který nabízí energeticky efektivní a odolné 10GE přepínací řešení s podporou 40GE uplinků pro pokročilou distribuci 3. vrstvy. I v hlavním rozvaděči preferuji využití vysokohustotního řešení, proto zvolený switch disponuje 48x 10GbE SFP+ and 2x 40GbE QSFP+ porty přičemž zabírá pozici 1U. Také je opatřen dvojicí vyměnitelných napájecích zdrojů, které lze vyměnit bez nutnosti vypnutí přístroje. Každému switchi budou příslušet dvě optické vany **FD1W24BUDLCZ** osazené 24x duplexními LC konektory. Pracovní vedení v rozvaděči budou tvořit optické jumpery **F92ELLNLSNM001** o délce 1m, které budou spojovat 10GE SFP+ moduly **S+31DLC10D** ve switchi s trasou k příslušnému rozvaděči skrze optickou vanu. Mezi optickou vanou a switchem je vždy umístěný 1U velký organizér kabelů **NMF1**, díky němuž se zvýší přehlednost v datovém rozvaděči a sníží se riziko poškození kabelů vlivem např. zavadění o visící kabel. Skladba jednotlivých prvků hlavního rozvaděče je vyobrazena v následujícím obrázku.

unit	popis	
1	PROVIDER	ISP
2	PROVIDER	
3	záslepka 1U	
4	záslepka 1U	
5	záslepka 1U	
6	záslepka 1U	
7	24x LC ODF	REZIDENCE
8	organizér 1U	
9	switch DELL 48x 10g sfp	
10	organizér 1U	
11	24x LC ODF	
12	REZERVA	
13		KOMERCE
14		
15		
16		
17		
18	24x LC ODF	
19	organizér 1U	UPS, OSTATNÍ SLUŽBY
20	switch DELL 48x 10g sfp	
21	organizér 1U	
22	24x LC ODF	
23		
24	REZERVA	
25		
26		
27		
28		
29-42		

Obrázek 19: skladba hlavního rozvaděče (vlastní zpracování)

3.1.2 Soupis materiálu hlavního rozvaděče

Tabulka 10: celkový výčet materiálu hlavního rozvaděče (vlastní zpracování)

Hlavní rozvaděč			
P.N.	popis	Mj	množství
KR110 610-42	42U stojanový rozvaděč 1985x600x1000mm	ks	1
FD1W24BUDLCZ	ODF osazená 24x duplex LC konektorem	ks	4
N4064F	Dell Networking N4064F 48x 10GE SFP Switch	ks	2
DPFP1	1U záslepka	ks	4
NMF1	1U High Capacity Organizér	ks	4
RAX-MS-X19-X1	TRITON M6 sada	ks	14
S+31DLC10D	modul SFP+ 10G (SMF, 1310nm, LC)	ks	28
F92ELLNLNSNM00 1	FO Jumper OS1/OS2, 1m	ks	28
NWSLC-7Y	Identifikační kroužek vodiče (100ks/bal)	ks	84
PESW-B-8Y	výstražná nálepka FO	ks	6
HLS-15R0	Suchý zip pro svazkování kabelů 19.1mm (bal 4.6m)	ks	2

3.2 Infrastruktura rezidenční části

Investor požaduje, aby systém dosahoval přenosové rychlosti až 1 Gb/s. Takovou rychlost umožňuje technologie Gigabit Ethernet, z čehož vyplývá, že použitá kabeláž musí splňovat parametry minimálně třídy D, tudíž mluvíme o kabelech kategorie 5 a vyšší. Ačkoliv by kabeláž kategorie 5 zvládla investorem požadovanou přenosovou rychlost, navrhuji využití minimálně kategorie 6. Taková kabeláž nejenže plně vyhovuje požadavkům, ale zároveň poskytuje rezervní prostor pro případné zlepšení technologií, bez nutnosti její celkové výměny.

Na základě analýzy rezidenční části budovy neočekávám velké elektromagnetické záření, nebo jiné významné zdroje rušení, které by výrazněji ovlivňovali přenosové vlastnosti kabeláže a tudíž navrhuji využití nestíněné verze. Ta je jednak cenově výhodnější, ale také podstatně méně náročná na instalaci.

3.2.1 Souhrn přípojných míst

Na základě analýzy projektové dokumentace a požadavků investora v první části této práce jsem byl schopen stanovit počty datových zásuvek a jejich přesné umístění v rámci

jednotlivých bytů. Umístění zásuvek je znázorněno červenými trojúhelníčky do výkresové dokumentace (viz přílohy 1, 2 a 3). V následující tabulce lze vidět souhrnný přehled datových zásuvek a počet portů v jednotlivých místnostech. Umístění zásuvek a k nim příslušné kabelové trasy jsou z hlediska návrhu síťové infrastruktury naprosto shodné pro každé jedno podlaží, stejně tak je shodné i číslování bytů a místností. Jediný rozdíl z pohledu kabeláže bude v druhém nadzemním podlažím, ve kterém se nenachází byt číslo 7.

Tabulka 11: přehled umístění datových zásuvek (vlastní zpracování)

PODLAŽÍ	ČÍSLO BYTU	MÍSTNOST	POČET PORTŮ	CELKEM
2NP – 9NP	1	03	2	8x8=64
		04	2	
		05	2	
		07	2	
2NP – 9NP	2	03	2	8x4=32
		04	2	
2NP – 9NP	3	03	2	8x4=32
		04	2	
2NP – 9NP	4	03	2	8x4=32
		04	2	
2NP – 9NP	5	03	2	8x6=48
		05	2	
		06	2	
2NP – 9NP	6	03	2	8x4=32
		04	2	
3NP – 9NP	7	03	2	7x2=14
1NP	1 (recepce)	01	3	3
CELKEM AKTIVNÍCH PORTŮ REZIDENČNÍ ČÁSTI				257

Pořadí místností uvedených v tabulce také bude určovat pořadí zapojení jednotlivých portů datových zásuvek do příslušného patch panelu v rámci stejného podlaží. Přípojky recepce budou zavedeny do rozvaděče v 2NP samostatnou trasou. Celkově tak bude do jednotlivých datových rozvaděčů přivedeno 33 přípojek v případě rozvaděče v 2NP a 32 přípojek na podlažích 3NP až 9NP.

3.2.2 Trasy páteřní sekce rezidenční části.

Páteřní rozvody budou probíhat prostupy mezi jednotlivými patry z technické místnosti, ke každému rozvaděči. Prostupy budou probíhat v prostorech schodiště, přesněji

v prostoru za podružnými rozvaděči. Optické kabely budou taženy v 40mm oranžové HDPE trubce **06040_ARGB**. Z technické místnosti A1P.3.04 bude veden průraz 20cm stěnou z vyztuženého betonu do prostor schodiště A1P.0.01, odkud bude trasa vedena zbudovaným prostupem směrem do horních pater. Do těchto prostupů budou zabudované i rozvaděčové skříně v jednotlivých podlažích. HDPE chránička bude uchycena přichytkami dobrman na průvlakové kotvě do stěny z vyztuženého betonu. V místě, kde na každém podlaží bude zapotřebí trasu rozbočit, se využije spojka HDPE trubek ve tvaru T **OTHP-MATRIX-40-40-40**, která zajišťuje bezpečný poloměr ohybu odbočujícího kabelu z hlavní trasy.

3.2.3 Podružné podlažní rozvaděče

Podružných rozvaděčů bude celkově 8 a budou se nacházet na podlažích 2NP až 9NP v prostoru schodiště (místnost s označením AX.0.01, kde „X“ vyjadřuje číslo podlaží). V těchto prostorách se počítá s vybudováním prostupů mezi jednotlivými patry pro umístění tras silnoproudého i slaboproudého vedení, které jsou vyzděné keramickými betonovými tvárniciemi liapor. Do těchto prostupů také bude do připravených otvorů zapuštěný hybridní rozvaděč **SGA-077067015-XCD** od společnosti Triton. Tyto rozvaděče nepatří mezi nejprostornější, nicméně umístění a požadovaný způsob instalace rozvaděčové skříně (v provedení pod omítku) poměrně významně redukuje možnosti výběru. Mnou vybraný rozvaděč poskytuje 2U pozic pro vodorovnou montáž, tudíž je na místě zvolit vysokohustotní (high density) řešení, kdy na jednom unitu bude 48-portový patch panel a na druhém switch o stejné kapacitě portů. Protože se v těchto rozvaděčích bude vyskytovat vždy pouhý jeden aktivní prvek propojený s jedním patch panelem, lze si tedy dovolit upustit od využití organizéru kabeláže, na druhou stranu je zapotřebí především kvalitně označit, případně barevně oddělit nebo vysvazkovat propojovací kabely příbuzné pro jeden byt, aby byla v maximální možné míře zachována přehlednost v rozvaděčové skříně. Skříň je nutné spojit se zemí v místě tomu určeném. K rozvaděčům se také dodávají různé možnosti zámků, tak aby se zamezilo neoprávněnému přístupu. Každý rozvaděč bude také opatřen identifikačním štítkem v pravém horním rohu ve formátu DR-X, kde „X“ vyjadřuje číslo podlaží. Ve spolupráci s elektrikářskou firmou, bych požádal o uzemnění rozvaděčových skříní a přivedení dvou přípojek na 230V

z nedaleké rozvodné skříně elektrické energie. Schéma zapojení jednotlivých rozvaděčů lze vidět v příloze 5.



Obrázek 20: rozvaděč společnosti Triton v provedení pod omítku (Zdroj 15)

3.2.3.1 Aktivní prvek

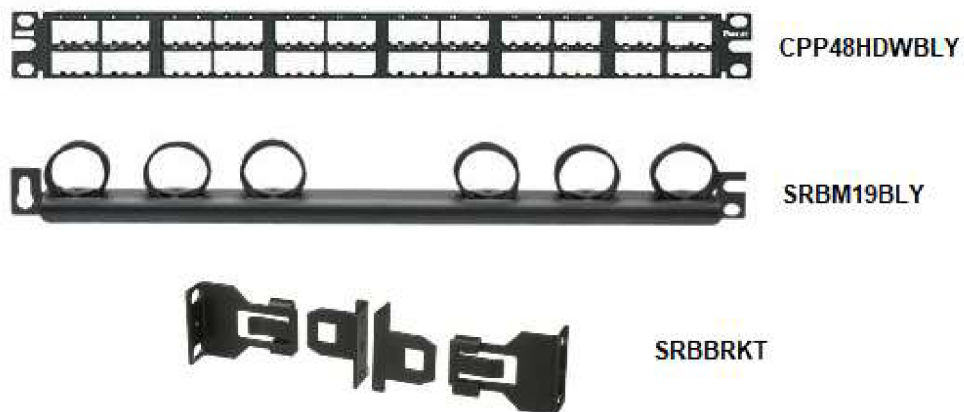
Jako aktivní prvek podružných rozvaděčů jsem zvolil switch od společnosti Mikrotik s označením **CRS354-48G-4S+2Q+RM**. Switch je celkově osazen 2x QSFP+, 4x SFP+, 48x GE portů a jeden 10/100Mbps metalický port určený pro management. Poskytuje celkovou propustnost 168 Gbps a přepínací kapacitu 336 Gbps. [13] Tento switch podle mě poskytuje dostatečný výkon pro splnění požadavků investora a zároveň je jeho výkonová rezerva dostatečně vysoká pro případné budoucí navyšování přenosové rychlosti. Switch bude osazen dvěma SFP moduly **Q+31DLC10D**. Tento typ SFP modulu je kompatibilní se zařízeními Mikrotik a poskytuje pásmo 10GB na vlnové délce 1310nm přes OS2 optické kabely zakončené na obou stranách LC konektorem. Nevyužité 1GE porty budou opatřeny záslepkou **RJ45-0-BK** firmy Solarix, aby se zamezilo zbytečnému znečištění.



Obrázek 21: Switch Mikrotik CRS354 (Zdroj: 13)

3.2.3.2 Patch panel

Patch panel podružného rozvaděče je nutné vzít rovněž ve vysokohustotním provedení, tedy s možností instalace až 48 portů do velikosti pozice 1U. Vybral jsem modulární panel od společnosti Panduit s označením **CPP48HDWBLY**, který se osazuje konektory typu MiniCom. Volba panelu závisela zejména také od zvoleného designu datových zásuvek, jejichž přesné volbě se budu věnovat později, nicméně zvolený design se osazuje právě moduly MiniCom. Modulární patch panel volím z důvodu snadné opravy případné poruchy jednotlivých modulů, ale také proto, že moduly lze kombinovat v různých barvách a tím pádem docílím větší přehlednosti. K patch panelu bych dále chtěl připojit vyvazovací lištu společnosti Panduit s označením **SRBM19BLY**, na které lze fixovat až 72 kabelů. Lišta bude přichycena k patch panelu za pomoci držáků vyvazovacích lišt s označením **SRBBRKT** od téže společnosti. Tím bych chtěl zejména docílit vhodného upevnění kabelů, tak aby nedocházelo ke zbytečné tahové síle na jednotlivé moduly osazené v patch panelech.



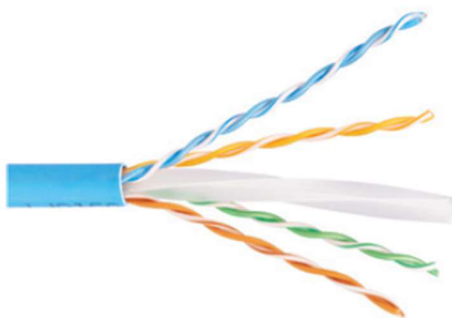
Obrázek 22: patch panel, vyvazovací lišta a držáky (Zdroj: 10)

3.2.3.3 Propojovací kabely

Vzhledem k malému prostoru rozvaděče jsem zvolil LSZH propojovací kabely s označením **UTPSPL0.5MxxY** (písmena “xx” zde vyjadřují barevný kód). Jedná se o nestíněné patchcordy kategorie 6 o délce 0,5m, které jsou vhodné pro užití ve vysokohustotních řešeních. Patchcordy jsou po obou stranách zakončeny konektorem RJ45 s bezpečnostní západkou proti neúmyslnému vytažení a gumovou chráničkou proti zlomení kabelu. Budou celkem v sedmi barevných provedeních, pro přehlednější organizaci v rozvaděči dle jednotlivých bytů.

3.2.4 Kabeláž horizontální sekce

Na metalické kabeláži se neoplatí šetřit a je proto vhodné zvolit renomovaného výrobce, který poskytuje kvalitní nešizené výrobky. Pro vedení horizontální sekce jsem vybral nestíněný kabel kategorie 6 od firmy Panduit s označením **PUL6004WH-FE**, což je kabel typu drát (AWG 23). Kabel se skládá ze čtyř kroucených párů vzájemně oddělených separačním křížem. Všechny 4 páry jsou obaleny do HDPE nehořlavého pláště. Kabel také nese označení LSZH, tudíž při jeho případném hoření redukuje vznik kouře a jednovatých plynů oproti běžně používaným PVC pláštům.



Obrázek 23: UTP kabel společnosti Panduit, PUL6004WH-FE (Zdroj: 10)

3.2.4.1 Značení kabelů

Kabely jsem se rozhodl opatřit bílými štítky s kódovým označením **S100X150YAJ**. Štítky lze otisknout laserovou nebo inkoustovou tiskárnou, jsou samolaminovací a bude jimi opatřen každý jeden konec kabelu, na straně zásuvky i před patch panelem, stejně tak na obou stranách budou označené i propojovací kabely v rozvaděčích. Pro značení jsem se rozhodl využít přímého identifikačního kódu ve formátu **OP.B.M.X**, kde jednotlivé části znamenají následující:

- **O** – označení budovy, zde vždy **A**
- **P** – číslo podlaží
- **B** – číslo bytu (pokud 0, jedná se o společné prostory)
- **M** – číslo místnosti v rámci bytu nebo společných prostor
- **X** – označení pořadí portu v zásuvce, kde je kabel zakončen (zleva **A,B,C,...**)

Vzhledem k využití přímého kódu, doporučuji na vnitřní stranu dveří rozvaděčových skříní umístit plánek podlaží s pozicí jednotlivých datových zásuvek.

3.2.5 Trasy horizontální sekce

Vzhledem k nedostatečné světlé výšce stropů v rezidenční části budovy a investorovu jasnému vyslovení se proti viditelným trasám instalace, jsem po uvážení zvolil možnost vést kabelové trasy v podlaze podél stěn, tak jak je znázorněno ve výkresové dokumentaci (příloha 1 a 2, půdorysy 2NP a 3NP). Takovýmto způsobem vedení se komunikační infrastruktura vyhne běžným instalačním zónám elektrických rozvodů. To je jednak praktické hned z několika důvodů: ve spodní instalační zóně nebude docházet k podélnému souběhu nebo křížení s elektrickými rozvody, nebude nutné obcházet ve stěně otvor pro dveře a také se nechává budoucímu vlastníkovi prostor pro všemožné vrtání ve vyšších místech stěn, přičemž při správné instalaci nehrozí poškození vedení. Pro finální nášlapnou vrstvu je nad 20cm vrstvou vyztuženého betonu, do kterého lze v omezené míře drážkovat, vyhrazeno ještě dalších 10cm pro finální nášlapnou vrstvu, která v případě společných prostor schodiště a dvou sdílených by měla být ve formě keramické dlažby a v bytech pak dřevěná. Vzhledem k povaze objektu neočekávám ani nadměrné zatěžování podlahy v místech kudy trasy povedou. Ze samotné rozvaděčové skříně na daném podlaží budou spodem vyvedené trasy rozdělené na dvě větve, které blíže přiblížím v následujících podkapitolách Větev 1 a Větev 2. Ve druhém podlaží bude navíc vyvedena samostatná trasa pro recepci v 1NP (viz. příloha 3)

Kabely samotné budou uloženy v ohebných, bezhalogenových chráničkách se střední mechanickou odolností různých průměrů od firmy Kopos Kolín a.s.. Užitý průměr chráničky se bude lišit v závislosti na aktuálním počtu kabelů, pokud bude potřeba trasu rozdělit, učiní se tak pouze skrze instalační krabici vhodné velikosti od stejného výrobce.

Tabulka 12: přehled chrániček od společnosti Kopos Kolín a.s. (vlastní zpracování)

NÁZEV	VNĚJŠÍ PRŮMĚR (MM)	VNITŘNÍ PRŮMĚR (MM)	PRO POČTY KABELŮ (Ø 5.7MM)
1250HFPP	50	41,2	16
1240HFPP	40	32,5	10, 12
1232HFPP	32	24,3	6, 8
1225HFPP	25	18,3	2, 4

Tabulka 13: přehled odbočných a přístrojových krabic od společnosti Kopos Kolín a.s. (vlastní zpracování)

NÁZEV	POPIS	ROZMĚRY (MM)
KO 125 E_KA	velká, hranatá krabice pro rozbočení z 50 a 40 mm chrániček	133x133x73
KO 97/5 KA	odbočná krabice, kulatá, rozbočení z 32mm chrániček	průměr: 103 hloubka: 50
KPR68/D_KA	přístrojová krabice kulatá, hluboká	průměr: 73 hloubka: 70

V kabelových trasách počítám se zaplněním do 45% jejich maximální kapacity. V místech kde chránička prochází prostupem mezi patry (trasa z chodby č. 0.02 do místnosti č. 2.03 a pak trasa z 0.03 do 4.03), bude tato chránička navíc připevněna příchytkami **5325HF_FB**, tak aby zbytečně nedocházelo k prověšování trasy. Přístrojové instalační krabice budou umístěny ve výšce 30 cm od podlahy.

3.2.5.1 Větev 1 (referenční 3NP)

Z rozvaděčové skříně v chodbě 0.01 je vedeno 16 kabelů průrazem stěnou z vyztuženého betonu do hranaté elektroinstalační krabice ve sdílené chodbě 0.02 (v případě 2NP je vyvedeno kabelů pouze 14, trasa recepce povede samostatně). V této krabici dojde k rozbočení do dvou směrů.

4 kabely odbočují průrazem příčky z keramických tvárnic do prostupu mezi patry a následně dalším průrazem příčky ze stejného materiálu do místnosti 2.03, kde se v kulaté odbočovací krabici rozdvojí po dvou kabelech, kdy jedna dvojice pokračuje do přístrojové krabice v místnosti 2.04 a druhá odbočuje průrazem do stěny z vyztuženého betonu do přístrojové krabice v 3.04.

Zbývajících 12 kabelů z krabice v 0.02. pokračuje průrazem skrz vytužený beton do hranaté elektroinstalační krabice v místnosti 1.01, kde se trasa opět rozbočuje na dvě větve 4 a 8 kabelů.

Trasa se 4 kabely vede skrz průraz v příčce do kulaté krabice v místnosti 1.03, kde se opět dělí na dvě dvojice, kdy jedna pokračuje do přístrojové krabice v 1.03 a druhá průrazem do krabice v 2.03.

Trasa s 8 kabely se rozdvojuje v kulaté krabici ještě v místnosti 1.01 kdy se dělí na dvě čtveřice, přičemž jedna pokračuje do místnosti 1.04 kde je v další odbočovací krabici

rozvětvena na dvě dvojice, kdy jedna vede do přístrojové krabice v místnosti 1.04 a druhá průrazem do přístrojové krabice v 7.03. (v případě 2NP je v trase 0.01-0.02-1.01-1.04 o dva kabely méně a tudíž mezi místnostmi 1.01 s 1.04 vedou pouze 2 kabely, které jsou rovnou přivedeny do přístrojové krabice, průměr chrániček je shodný s ostatními patry). Druhá čtveřice kabelů obchází místnost zprava a je rozbočena v kulaté krabici v místnosti 1.01 odkud pokračují dvě dvojice kabelů do přístrojových krabic v místnostech 1.05 a 1.07.

3.2.5.2 Větev 2 (referenční 3NP)

Z rozvaděčové skříně v místnosti 0.01 je taženo 16 kabelů podél stěny do hranaté instalační krabice v téže místnosti, kde se proud kabelů rozdvouje na 4 a 12 kabelů.

Trasa 4 kabelů odbočuje průrazem příčky z keramických tvárnic do místnosti 3.01 a následně dalším průrazem příčky ze stejného materiálu do místnosti 3.03, kde se v kulaté odbočovací krabici rozdvojí po dvou kabelech, kdy jedna dvojice pokračuje do přístrojové krabice v místnosti 3.03 a druhá odbočuje průrazem do stěny z vyztuženého betonu do přístrojové krabice v 4.04.

Zbývajících 12 kabelů pokračuje průrazem do stěny z vyztuženého betonu do místnosti 0.03, je rozbočena v hranaté krabici na trasu dvou kabelů, pokračující průrazem stěny do přístrojové krabice místnosti 6.04, a trasu 10 kabelů, která je rozbočena v hranaté krabici v místnosti 0.03 na další dvě trasy o 4 a 6 kabelech.

Trasa 4 kabelů pokračuje průrazem příčky z keramických tvárnic do prostupu mezi patry a následně dalším průrazem příčky ze stejného materiálu do místnosti 4.03, kde se v kulaté odbočovací krabici rozdvojí po dvou kabelech, kdy jedna dvojice pokračuje do přístrojové krabice v místnosti 4.04 a druhá odbočuje průrazem do stěny z vyztuženého betonu do přístrojové krabice v 5.06.

Zbývajících 6 kabelů pokračuje do místnosti 5.01, kde v kulaté krabici odbočují dva kabely průrazem stěnou z vyztuženého betonu do instalační krabice v místnosti 6.03 a poslední 4 kabely pokračují podél stěn do místnosti 5.03, kde se v kulaté krabici proud kabelů dělí na dva kabely směřující do přístrojové krabice v téže místnosti a dva kabely pokračující do krabice v místnosti 5.05.

3.2.5.3 Recepce

Trasa pro recepci bude vyvedena z rozvaděče ve druhém nadzemním podlaží. Povedou skrze ní 3 kabely ve 25mm chrániče a povede prostupem mezi patry směrem dolů z místnosti A2.0.01 do A1.0.01 kde bude v podhledu vedena podél zdi a chycena uchytkami. Následně průrazem přejde do místnosti A1.1.01, kde bude svisle dolů zapuštěna do příčky a skončí v přístrojové krabici 30cm nad podlahou.

3.2.6 Datové zásuvky a jejich značení

Jako výchozí design elektroinstalace investor zvolil řadu Tango, od firmy ABB. Dle požadavků jsem vybral kryt komunikační zásuvky s kódem dodavatele **5014A-A00410 B** v jednonásobném rámečku s kódem **3901A-B10 B**, obojí v bílé barvě. Jedná se o modulární kryt zásuvky, který lze osadit až třemi moduly MiniCom. V tomto případě budou osazeny jen dva porty a to první a poslední, ten prostřední bude zaslepen záslepkou **CMBAW-X**. Porty zásuvky budou označeny tak jak je znázorněno na obrázku níže, tedy vždy zleva doprava od začátku abecedy. V případě, že by v budoucnu došlo k zapojení i třetího portu jako C, je pak jednoduché prohodit pozice jednotlivých modulů, tak aby pořadí sedělo (např. na recepci jsou obsazeny všechny tři porty zásuvky a jsou tudíž označeny zleva A,B a C). Z estetického hlediska nebude kryt zásuvky opatřen štítkem s přesným označením portů. Pro případ nouze bude potřeba kryt odšroubovat a zkontrolovat šítek přímo na kabelu. Pro snadnější orientaci však opět doporučuji opatřit skříň každého rozvaděče plátkem podlaží s popisem a umístěním jednotlivých datových zásuvek.



Obrázek 24: příklad značení datové zásuvky (vlastní zpracování)

3.2.7 Konektory RJ45

Konektory nebo též jack moduly vybírám na základě zvoleného typu kabeláže, designu zásuvek a patch panelu osazeného do podružného datového rozvaděče. Zásuvky i patch panel jsou v základu neosazené, modulární pro speciální uchycení typu MiniCom. Vybraný kabel je nestíněný, kategorie 6, typu drát s AWG 23. Těmto parametrům vyhovují jack moduly s označením **CJ688TGxx** (kde „xx“ je kódové označení pro barvu modulu, např. BL je pro černou). Modul využívá typ zářezového kontaktu IDC110 a pro instalaci na kabel je nutné využít nástroje s označením **EGJT-1**. Při osazení do datových zásuvek se použijí moduly pouze barvy bílé, v patch panelech pak budou moduly barevně rozdělené, dle jednotlivých bytů. V datových zásuvkách také budou pro moduly použité zahnuté koncovky se sklonem 45°, tak aby docházelo k co nejmenšímu ohybu kabelu ve stísněném prostoru pod krytem zásuvky. Tyto koncovky nesou označení **CJUDCAPIW-C**.



Obrázek 25: Jack Moduly CJ688TGWH vlevo a koncovka se sklonem 45° CJUDCAPIW-C (Zdroj: 10)

3.2.8 Celkový soupis materiálu rezidenční části

Následující tabulky zobrazují seznamy využitého materiálu potřebného pro realizaci infrastruktury v rezidenční části. V tabulkách je vždy uvedeno produktové číslo, stručný popis produktu, jeho měrná jednotka a množství potřebné pro realizaci návrhu. Celkový seznam materiálu je rozdělen do čtyřech oblastí: materiál nutný pro vybavení rozvaděčů, materiál užitý pro vedení kabelů, vybrané kabely pro vedení horizontální a páteřní sekce a na závěr vybavení koncových portů. Celková metráž metalických kabelů počítá s dvoumetrovou rezervou jednotlivých tras před každým jedním rozvaděčem. K celkové napočítané délce je poté připočtena ještě dodatečná 15% rezerva.

Tabulka 14: soupis materiálu pro vybavení podlažních rozvaděčů

Rozvaděče a vybavení			
P.N.	popis	mj	množství
SGA-077067015-XCD	Domovní rozvaděč zapuštěný 2U-v, 4U-h	ks	8
CPP48HDWBL Y	Modulární 48-portový patch panel, Minicom, 1U	ks	8
CRS354-48G-4S+2Q+RM	48x1Gbps Switch Mikrotik, 4x 10GE SFP, 2x 40GE QSFP+	ks	8
SRBM19BLY	vyvazovací lišta pro organizaci až 72 kabelů	ks	8
SRBBRKT	dvojice držáků vyvazovací lišty	ks	8
CJ688TGBL	MiniJack cat.6, UTP, černý	ks	64
CJ688TGV L	MiniJack cat.6, UTP, fialový	ks	32
CJ688TG B U	MiniJack cat.6, UTP, modrý	ks	32
CJ688TG GR	MiniJack cat.6, UTP, zelený	ks	32
CJ688TG OR	MiniJack cat.6, UTP, oranžový	ks	48
CJ688TG Y L	MiniJack cat.6, UTP, žlutý	ks	32
CJ688TG WH	MiniJack cat.6, UTP, bílý	ks	17
UTPSPL0.5MBL Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, černý	ks	64
UTPSPL0.5MVL Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, fialový	ks	32
UTPSPL0.5MBU Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, modrý	ks	32
UTPSPL0.5MGR Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, zelený	ks	32
UTPSPL0.5MOR Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, oranžový	ks	48
UTPSPL0.5MYL Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, žlutý	ks	32
UTPSPL0.5MWH Y	Patchcord cat.6, UTP, 0.5m, bílý	ks	17
RJ45-0-BK	Solarix záslepky jacků RJ45	ks	127
S100X150YAJ	Identifikační štítek kabelu (2500ks/bal)	ks	771
S+31DLC10D	modul SFP+ 10G (SMF, 1310nm, LC)	ks	16
FLCDSCBUY	LC duplex optické konektory (pro 2 SM vlákna)	ks	8
PSL-DCJB-IG	blokátor RJ45 (vyjmutí nástrojem, ochrana management portu)	ks	7
NWSLC-7Y	Identifikační kroužek (100ks/bal)	ks	32
PESW-B-8Y	výstražná nálepka FO	ks	16
HLS-15R0	Suchý zip pro svazkování kabelů 19.1mm (bal 4.6m)	bal	3
RAX-MS-X19-X1	Triton M6 montážní sada	ks	16

Tabulka 15: vybrané kabely horizontální a páteřní sekce (vlastní zpracování)

Kabely			
P.N.	popis	mj	množství
FLIL902Y	LSZH OS2 SM optický kabel (15% rezervy)	m	366
PUL6004WH-FE	U/UTP cat.6 LSZH metalický kabel (15% rezervy)	m	2975

Tabulka 16: přehled materiálu kabelových tras (vlastní zpracování)

Kabelové Trasy			
P.N.	popis	mj	množství
1250HFPP	Kopos 50mm chránička střední mechanické odolnosti	m	100
1240HFPP	Kopos 40mm chránička střední mechanické odolnosti	m	127
1232HFPP	Kopos 32mm chránička střední mechanické odolnosti	m	50
1225HFPP	Kopos 25mm chránička střední mechanické odolnosti	m	815
5325HF-FB	25mm plastová přichytka chráničky Kopos	ks	150
KO 125 E_KA	Kopos odbočná instalační krabice (pro 40 a 50mm)	ks	40
KO 97/5 KA	Kopos odbočná instalační krabice (pro 25 a 32mm)	ks	71
06040 ARGB	40mm trubka z recyklovaného HDPE, oranžová	m	91
OTHP-MATRIX-40-40-40	vodotěsná T spojka HDPE trubek	ks	4
5240 D_ZNCR	přichytka dobrman pro 40mm trubky	ks	207
KPO 6X70	průvlaková kotva do betonu	ks	207

Tabulka 17: přehled materiálu koncových portů (vlastní zpracování)

Koncové porty			
P.N.	popis	mj	množství
KRP68/D_KA	Kopos 70mm hluboká přístrojová krabice	ks	128
3901A-B10-B	rámeček krytu ABB tango jednonásobný, bílý	ks	128
5014A-A00410B	kryt zásuvky pro prvky Pandult MiniCom, bílý	ks	128
CMBWH	záslepka portu MiniCom, bílá	ks	127
CJ688TGWH	MiniJack cat.6, UTP, bílý	ks	257
CJUDCAPBU-C	Koncovka MiniJacku, zahnutá se sklonem 45°	ks	257

3.3 Infrastruktura komerční části

Co se týče infrastruktury komerční části, nelze dopředu říci přesné požadavky budoucích nájemců, proto se pro komerční část bude budovat pouze páteřní sekce, která bude zakončena v optické vaně v rozvaděčové skříně, jejíž velikost bude určena přiměřeně dle plánovaného využití daných prostor. Na základě analýzy jednotlivých komerčních prostor navrhuji provedení dvou typů skříní. Pro administrativní prostory bych zvolil vysoký stojanový rozvaděč, pro ostatní prostory (kavárna, restaurace, fitness a prodejna) bych zvolil menší nástěnný rozvaděč. Všechny skříně budou uzamykatelné, tj. zabezpečené proti neřízenému přístupu nájemce. Výsledná podoba rozvaděče a výsledné infrastruktury v rámci dané komerční zóny již není součástí tohoto návrhu. Ta bude řešena až individuálně s každým jedním nájemcem, investor garantuje pouze koncový bod pro připojení k síti technologií 10 Gigabit Ethernet.

3.3.1 Datový rozvaděč DR-A2

Tento datový rozvaděč bude situován v prvním nadzemním podlaží a bude sloužit administrativním prostorům. Jeho umístění v místnosti s označením A1.2 je znázorněno ve výkresové dokumentaci (viz. příloha 6, půdorys 1NP). Kancelářské prostory vyžadují často velké množství přípojných míst, kde se může kombinovat více druhů datových služeb, proto volím uzamykatelný stojanový rozvaděč **KR110 610-42** (stejný jako v případě hlavního datového rozvaděče), který poskytuje prostor 42 unitů pro montáž různých aktivních prvků nebo prvků pasivní kabeláže. Osazený bude pouze optickou vanou **FD1W24BUDLCZ**, která je již sama osazena 24x duplexními LC konektory. V této optické vaně bude zakončeny optické rozvody z hlavního rozvaděče směrem k administrativním prostorům. Přivedeny sem budou 2x 10GE skrze duplexní singlemode OS2 optický kabel **FLIL902Y**, dále pak 2x rezervní spojení a 2x 10GE jako redundantní trasu pro zajištění maximální spolehlivosti kabelážního systému. Rozvaděč bude na dvěřích označen názvem rozvaděče a výstražným štítkem optického vedení a je zapotřebí provést řádné uzemnění, ideálně například ve spolupráci s elektroinstalační firmou.



Obrázek 26: stojanový rozvaděč KR110 610-42 (Zdroj: 14)

3.3.2 Datové rozvaděče DR-AP1, DR-AP2, DR-SP2 a DR-SP3

Tyto rozvaděče se budou všechny nacházet v prvním podzemním podlaží. Jejich umístění a plánovaný popis využití znázorňuje následující tabulka. Přesné umístění rozvaděčů je pak znázorněné ve výkresové dokumentaci (viz. příloha 7, půdorys 1PP). Všechny tyto rozvaděče se budou nacházet v místnostech v prvním podzemním podlaží. Vzhledem k povaze plánovaného využití jednotlivých komerčních zón navrhuji použít uzamykatelný nástěnný rozvaděč **KR120 65-15** který poskytuje 15U pozic pro montáž jednotlivých prvků infrastruktury. Stejně jako rozvaděč v administrativních prostorách, i tyto rozvaděče budou osazeny pouze optickou vanou **FD1W24BUDLCZ** s 24x duplexními LC konektory, kam bude přivedeno 1x 10GE, 1x rezervní spojení a 1x 10GE redundantní spojení pro zajištění maximální spolehlivosti systému. I zde navrhuji pro připojení použít duplexní singlemode optický kabel **FLIL902Y**. Všechny uvedené rozvaděčové skříně je nutné uzemnit a z vnější strany na dvířkách označit výstražnými štítky optického vedení.

Tabulka 18: přehled rozvaděčů komerční zóny (vlastní zpracování)

NÁZEV ROZVADĚČE	MÍSTNOST	POPIS
DR-AP1	A1P.1	fitness centrum
DR-AP2	A1P.2	spodní podlaží kavárny
DR-SP2	S1P.2	prodejna
DR-SP3	S1P.3	restaurace



Obrázek 27: nástěnný rozvaděč KR120 65-15 (Zdroj 14)

3.3.3 Trasy hlavních páteřních vedení

Veškeré trasy páteřního vedení pro jednotlivé komerční zóny budou vedené v prvním podzemním podlaží v HDPE trubkách oranžové barvy o vnějším průměru 40mm uchycených do stropu přichytkami dobrman, které budou upevněné do stropního betonu průvlnakovou kotvou. Maximální vzdálenost mezi dvěma přichytkami bude činit 1m. V případech, kde je zapotřebí trasu rozdělit do více směrů bude využit vhodný distribuční box pro HDPE trubky. Přesné umístění tras mezi rozvaděči komerčních zón a hlavním rozvaděčem je znázorněno ve výkresové dokumentaci (viz. příloha 7, půdorys 1PP). Světla výška stropů umožňuje bezproblémové tažení po stropě bez rizika poškození trasy v běžném provozu. V místech kde se proud kabelů rozděluje do více jak 2 dalších směrů bude pro rozbočení trasy využit distribuční box **OTHP-MATRIX-6-OEM**, všude jinde bude využita „T“ spojka **OTHP-MATRIX-40-40-40**. V části, kde se trasa nachází v oblasti sklepních kójích není zapotřebí vedení kabeláže nijak schovávat pod omítku. Trasy přímo v komerčních zónách budou již schovány v hotových sádkartonových podhledech nebo se předpokládá jejich zakrytí podhledem po finálním dokončení daného komerčního prostoru.

Tabulka 19: materiál tras páteřní sekce komerční zóny (vlastní zpracování)

NÁZEV	POPIS
06040_ARGB	40mm trubka z recyklovaného HDPE, oranžová
OTHP-MATRIX-6-OEM	vodotěsný distribuční box HDPE trubek do průměru 40mm
OTHP-MATRIX-40-40-40	vodotěsná spojka HDPE trubek ve tvaru T
5240 D_ZNCR	přichytka dobrman pro 40mm trubky
KPO 6X70	průvlnaková kotva do betonu

3.3.4 Záložní trasy páteřního vedení

Záložní trasy budou podobně jako hlavní trasy vedené v HDPE trubkách, avšak červené barvy a odlišnou fyzickou trasou. Způsob uchycení bude stejný jako v případě hlavních tras, tzn. do betonového stropu přichytkami dobrman na průvlastkové kotvě. Od hlavního rozvaděče (místnost A1P.3.04) se provede průraz podlahou do druhého podzemního podlaží, kde se nachází prostor podzemních garáží s dalšími sklepními kójemi, odtud se pak trasy po stropě rozvedou k jednotlivým prostupům mezi podlažími, kudy se vrátí zpět o podlaží výše do prvního podzemního podlaží, kde budou ukončeny v optické vaně daného rozvaděče. Trasy záložního vedení jsou znázorněny ve výkresové dokumentaci (viz. příloha 8, půdorys 2PP). Světlá výška stropů v garážové části je dostačující, tak aby vedení kabelových tras nepřekáželo běžnému provozu a nedošlo tak k jeho náhodnému narušení. V případě, kdy se trasy kabelů rozbočují do více jak dvou dalších směrů, bude použit pro rozbočení distribuční box HDPE trubek **OTHP-MATRIX-6-OEM**. Tam kde se bude trasa rozbočovat do dvou směrů, tam bude využita spojka HDPE trubek **OTHP-MATRIX-40-40-40** ve tvaru T.

Tabulka 20: pohled materiálu záložních páteřních tras (vlastní zpracování)

NÁZEV	POPIS
06040_BS100	40mm trubka HDPE, červená
OTHP-MATRIX-6-OEM	vodotěsný distribuční box HDPE trubek do průměru 40mm
OTHP-MATRIX-40-40-40	vodotěsná spojka HDPE trubek ve tvaru T
5240_D_ZNCR	přichytka dobrman pro 40mm trubky
KPO 6X70	průvlastková kotva do betonu

3.3.5 Celkový soupis materiálu komerční části

Následující tabulky zobrazují celkový seznam využitého materiálu při realizaci návrhu. V tabulkách je vždy uvedeno produktové číslo, stručný popis produktu, jeho měrná jednotka a potřebné množství pro realizaci. Seznam materiálu je rozdělen na jednotlivé oblasti: materiál nutný pro vybavení rozvaděčů, materiál užitý pro vedení kabelů a na závěr použité kabely.

Tabulka 21: přehled materiálů pro rozvaděče v komerční zóně (vlastní zpracování)

Rozvaděče komerčních zón			
P.N.	popis	mj	množství
KR110 610-42	42U stojanový rozvaděč 1985x600x1000mm	ks	1
KR120 65-15	15U nástěnný rozvaděč 772x600x500mm	ks	4
FD1W24BUDLCZ	ODF osazená 24x duplex LC konektorem	ks	5
PESW-B-8Y	výstražná samolepka FO	ks	10
NWSLC-7Y	Identifikační kroužek vodiče (100ks/bal)	ks	18
RAX-MS-X19-X1	TRITON M6 sada	ks	5
HLS-15R0	Suchý zip pro svazkování kabelů 19.1mm (bal 4.6m)	ks	5

Tabulka 22: přehled materiálu kabelových tras komerční zóny (vlastní zpracování)

Trasy komerce			
P.N.	popis	mj	množství
06040_ARGB	40mm trubka z recyklovaného HDPE, oranžová	m	93
06040_BS100	40mm HDPE trubka, červená	m	98
5240 D_ZNCR	přichytka dobrman pro 40mm trubky	ks	207
KPO 6X70	průvlaková kotva do betonu	ks	207
OTHP-MATRIX-6-OEM	vodotěsný distribuční box HDPE trubek, 6x až 40mm výstup	ks	2
OTHP-MATRIX-40-40-40	vodotěsná T spojka HDPE trubek	ks	4

Tabulka 23: Vybrané kabely pro komerční zónu (vlastní zpracování)

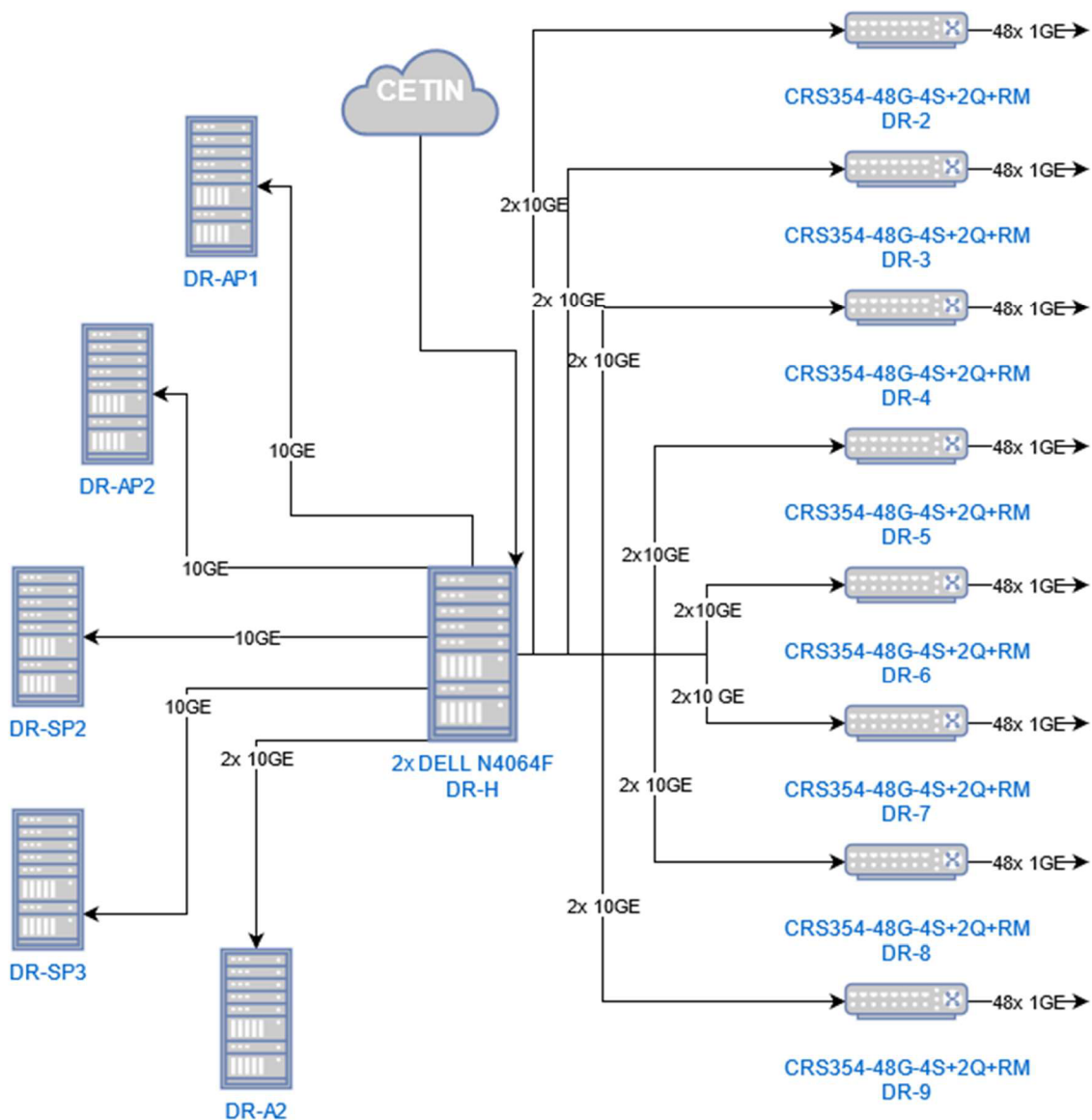
Kabely komerce			
P.N.	popis	mj	množství
FLIL902Y	LSZH OS2 SM optický kabel (15% rezerva)	m	608

3.4 Značení páteřních tras

Veškeré optické kabely se budou označovat za pomoci identifikačních štítků **S100X150YAJ** v kombinaci s válečky **NWSLC-7Y**, které poskytují větší prostor pro označení na kabelech s malým průměrem. Každý optický kabel včetně optických propojovacích jumperů ponese takové označení, jaký má název rozvaděčová skříň, kam kabel směřuje od hlavního rozvaděče. Kabely budou označeny na obou koncových stranách: na straně hlavního rozvaděče i na straně podružného, stejně tak budou na obou koncích označené i jumpery.

3.5 Logické schéma zapojení

Konečné připojení hlavního datového rozvaděče do sítě je plně v režiji místního poskytovatele datových služeb, což je zde společnost CETIN. V době návrhu logické schéma řeší pouze spojení jednotlivých podružných rozvaděčů s hlavním rozvaděčem. Přesná zapojení koncových zařízení v datových zásuvkách rezidenční části nejsou v době návrhu známy a proto je níže znázorněné logické schéma nezahrnuje.



Obrázek 28: Logické schéma zapojení celkové infrastruktury (vlastní zpracování)

3.6 Ekonomická rozvaha

Při výběru jednotlivých komponent jsem se především řídil tím, abych za rozumnou cenu pořídil co nejlepší materiál, který poskytne dostatečný výkon i životnost. V následujících tabulkách uvádím souhrné náklady na projekt, materiál a instalaci potřebných pro realizaci mnou navržené infrastruktury. Uvedené ceny se samozřejmě mohou lišit, vzhledem k proměnlivému kurzu české koruny oproti evropskému euru nebo americkému dolaru a to zejména v případě materiálové části. Celkové sumy za jednotlivé části jsou zaokrouhleny na tisíce směrem nahoru a jsou uvedeny v českých korunách bez DPH. Podrobný rozpis materiálu včetně cen za jednotlivé součásti lze nalézt v Příloze 9.

3.6.1 Materiálové rozpočty

Následující tabulky obsahují jednotlivé složky materiálových rozpočtů rozdělených do tří oblastí: hlavní rozvaděč, rezidenční část a komerční část.

Tabulka 24: rozpočet materiálu hlavního rozvaděče (vlastní zpracování)

Rozpočet hlavního rozvaděče		
složka IKS	popis	cena
Rozvaděče a vybavení	materiál použitý pro vybavení hlavního rozvaděče	591 000,-
Celkem		591 000,-

Tabulka 25: materiálový rozpočet rezidenční části (vlastní zpracování)

Rozpočet rezidenční části		
složka IKS	popis	cena
Rozvaděče a vybavení	materiál použitý pro vybavení podlažních rozvaděčů	265 000,-
Kabely	kabely horizontálního a páteřního vedení	99 000,-
Kabelové trasy	úložný materiál kabelových tras	66 000,-
Koncové porty	datové zásuvky a jejich vybavení	73 000,-
Celkem		503 000,-

Tabulka 26: materiálový rozpočet komerční části (vlastní zpracování)

Rozpočet komerční části		
složka IKS	popis	cena
Rozvaděče a vybavení	materiál použitý pro vybavení rozvaděčů komerční části	83 000,-
Kabely	kabely páteřního vedení	5 000,-
Kabelové trasy	úložný materiál kabelových tras	32 000,-
Celkem		120 000,-

3.6.2 Rozpočet instalace

Cena za instalaci síťové infrastruktury se u certifikovaných společností pro kabelážní systémy Panduit pohybuje okolo 0,4 násobku celkové ceny materiálu, což v tomto případě odpovídá částce zhruba 486 000 Kč. Následující tabulka znázorňuje co vše je zahrnuto do této položky

Tabulka 27: rozpočet instalačních prací (vlastní zpracování)

Instalační rozpočet	
popis	cena
Instalace rozvaděčových skříní, úložných tras a pokládka kabelů	354 000,-
Instalace vybavení jednotlivých rozvaděčů a zafukování optických kabelů	62 000,-
Instalace a osazení datových zásuvek v rezidenční části	40 000,-
Měření parametrů sítě	30 000,-
Celkem	486 000,-

3.6.3 Odměna projektanta

Výši odměny projektantovi síťové infrastruktury za vytvoření tohoto projektu jsem stanovil na 5% z celkové ceny realizace. To odpovídá částce přibližně 85 000 Kč.

3.6.4 Celkový realizační rozpočet

Následující tabulka obsahuje rekapitulaci jednotlivých rozpočtů a jejich součet v celkovou cenu za realizaci návrhu.

Tabulka 28: celkový realizační rozpočet (vlastní zpracování)

Druh nákladu	cena
materiál	1 214 000,-
instalace	486 000,-
zhotovení projektu	85 000,-
Celková cena realizace	1 785 000,-

Celková cena realizace podle mě plně odpovídá kvalitě zvolených prvků a rozsahu celé instalace. Je zapotřebí, aby instalaci prováděla specializovaná certifikovaná firma.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit celistvý návrh jednotné komunikační infrastruktury v plánované výstavbě vícepatrové budovy kombinující rezidenční a komerční užívání. Samotný návrh byl vypracován na základě analýzy současného stavu výkresové dokumentace budovy a požadavků investora.

Společnými konzultacemi s investorem bylo zadání práce bylo splněno a návrh může být využit jako zadávací dokumentace pro budoucí výběrové řízení.

Návrh samotný počítá s dlouhou životností systému a možností dalšího rozšíření v budoucnosti. Pokud instalaci provede certifikovaná společnost, lze dosáhnout garance výrobce komponentů strukturované kabeláže, že po celou dobu záruční lhůty, budou přenosové parametry linek/kanálů instalované strukturované kabeláže odpovídat hodnotám dle standardů pro strukturovanou kabeláž (ISO, EN) a to až na 25 let.

Součástí této práce jsou také přílohy 1 – 9, kde lze nalézt výkresovou dokumentaci projektu, schémata zapojení jednotlivých rozvaděčů a podrobný materiálový rozpočet.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy.*, druhé rozšířené vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [2] KUROSE, James F. a Keith W. ROSS. *Počítačové sítě*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-3825-0. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:4d71ff30-6679-11e4-8214-005056827e51>
- [3] RUKOVANSKÝ, Imrich et al. *Počítačové sítě*. Kunovice: Evropský polytechnický institut, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7314-336-7. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:1ba6fb06-ad58-41d9-9e39-8152a31130c1>
- [4] HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-566-0. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:28387f90-3314-11e2-adb0-005056827e52>
- [5] LAMMLE, Todd a Jakub GONER. *CCNA: výukový průvodce*. Brno: Computer Press, 2015. p. 110. ISBN 978-80-251-4602-6. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:8286aeb0-0c37-11e9-8d10-5ef3fc9ae867>
- [6] Belden Capabilities Bulletin, CB006. USA: Belden inc, 2012. 6s.
- [7] Industrial Ethernet Cable | WireXpress . [online]. 2021[cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <https://wirexpress.com/industrial-ethernet-cable/>
- [8] Belden Technical Information. USA: Belden inc.
- [9] 22100-KABELY. *Kritická komunikační infrastruktura – Centrum technické pomoci* [online]. [cit. 2021-01-28] Dostupné z: <http://www.kki-ctp.cz/22100-kabely/>
- [10] Panduit | Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring. Panduit | Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring [online]. 2021 [cit 2021-01-28]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/en/home.html>
- [11] Fiber Optic Connector Manufacturers, Fiber Connector Manufacturers, Cable/Board Mount Connectors, Types. *interfacebus Home Page* [online]. 2016 [cit. 29.01.2021]. Dostupné z: http://www.interfacebus.com/Connector_Fiber-Optic_Manufacturers.html
- [12] Fiber Optics - An Unmatched Contender - 42U. *Solutions for the Next Generation Data Center - 42U: Cooling, Power, Monitoring & Server Management* [online]. 1995

[cit. 29.01.2021]. Dostupné z: <https://www.42u.com/fiber-optics-an-unmatched-contender/>

[13] MikroTik Cloud Router Switch CRS354-48G-4S+2Q+RM | ABCTECH - výpočetní technika a elektronika. *ABCTECH - výpočetní technika a elektronika* [online]. Copyright © 2021 [cit. 25.04.2021]. Dostupné z: https://www.abctech.cz/?cls=stoitem&stiid=37547&gclid=Cj0KCQjwppSEBhCGARIsANIs4p4u79OA-5Od4LN_9gn9ilG6Xqljrom8KimdyIIUJxaiUU0Is3pANYkaAvC0EALw_wcB

[14] KASSEX. *KASSEX* [online]. Copyright © 2020 [cit. 25.04.2021]. Dostupné z: <https://eos.kassex.cz/>

[15] Hybridní rozvaděč SGA, SHA | www.triton.cz. [online]. Copyright © 2020 Copyright TRITON PARDUBICE s.r.o [cit. 28.04.2021]. Dostupné z: https://www.triton.cz/cs/datove-rozvadece/specialni-rozvadece/sga_sha

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: sběrníková topologie (vlastní zpracování)	22
Obrázek 2: kruhová topologie (vlastní zpracování).....	23
Obrázek 3: hvězdicová topologie (vlastní zpracování).....	23
Obrázek 4: referenční model ISO/OSI (vlastní zpracování).....	24
Obrázek 5: srovnání modelu ISO/OSI s modelem TCP/IP (vlastní zpracování).....	26
Obrázek 6: příklady řešení záložní trasy (vlastní zpracování).....	31
Obrázek 7: různá řešení stínění kabelů, vlevo méně vhodné řešení, vpravo správné řešení (Zdroj: 8).....	33
Obrázek 8: různé typy metalických kabelů (Zdroj: 1, s16)	34
Obrázek 9: srovnání impedance nesvařovaného a svařovaného páru (Zdroj: 6).....	35
Obrázek 10: chování nesvařovaného a svařovaného páru v ohybu (Zdroj: 7)	35
Obrázek 11: distanční prvky, zleva x-spline a e-spline (Zdroj: 9).....	36
Obrázek 12: příklad kabelu se stíněním jednotlivých párů (Zdroj: 9).....	36
Obrázek 13: RJ45 jack (vlevo) a plug (vpravo) (Zdroj: 10).....	39
Obrázek 14: různá provedení patch panelů (Zdroj: 8).....	39
Obrázek 15: příklad modulární datové zásuvky (Zdroj: 10).....	40
Obrázek 16: konstrukce optického vlákna (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 17: konstrukce optického kabelu (Zdroj: 12)	42
Obrázek 18: příklady různých optických konektorů (Zdroj: 11).....	44
Obrázek 19: skladba hlavního rozvaděče (vlastní zpracování)	46
Obrázek 20: rozvaděč společnosti Triton v provedení pod omítku (Zdroj 15)	50
Obrázek 21: Swich Mikrotik CRS354 (Zdroj: 13)	50
Obrázek 22: patch panel, vyvazovací lišta a držáky (Zdroj: 10)	51
Obrázek 23: UTP kabel společnosti Pandiut, PUL6004WH-FE (Zdroj: 10)	52
Obrázek 24: příklad značení datové zásuvky (vlastní zpracování).....	56
Obrázek 25: Jack Moduly CJ688TGWH vlevo a koncovka se sklonem 45° CJUDCAPIW-C (Zdroj: 10).....	57
Obrázek 26: stojanový rozvaděč KR110 610-42 (Zdroj: 14)	61
Obrázek 27: nástěnný rozvaděč KR120 65-15 (Zdroj 14).....	62
Obrázek 28: Logické schéma zapojení celkové infrastruktury (vlastní zpracování).....	65

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: požadavky investora pro rezidenční část (vlastní zpracování)	19
Tabulka 2: požadavky investora pro komerční část (vlastní zpracování).....	20
Tabulka 3: přehled Ethernetových technologií (vlastní zpracování)	29
Tabulka 4: přehled typů konstrukcí metalických kabelů (vlastní zpracování)	33
Tabulka 5: přehled jednotlivých typů metalických kabelů (Zdroj: 1, s16).....	34
Tabulka 6: Klasifikace párových datových kabelů (Zdroj: 1, s15).....	37
Tabulka 7: Konstrukční řešení nestíněných párových kabelů (Zdroj: 1, s47)	37
Tabulka 8: přehled konstrukčních řešení stíněných párových kabelů (Zdroj: 1, s47)....	38
Tabulka 9: přehled konstrukčních řešení optických kabelů (Zdroj: 1).....	42
Tabulka 10: celkový výčet materiálu hlavního rozvaděče (vlastní zpracování).....	47
Tabulka 11: přehled umístění datových zásuvek (vlastní zpracování)	48
Tabulka 12: přehled chrániček od společnosti Kopos Kolín a.s. (vlastní zpracování)...	53
Tabulka 13: přehled odbočných a přístrojových krabic od společnosti Kopos Kolín a.s. (vlastní zpracování).....	54
Tabulka 14: soupis materiálu pro vybavení podlažních rozvaděčů	58
Tabulka 15: vybrané kabely horizontální a páteřní sekce (vlastní zpracování).....	59
Tabulka 16: přehled materiálu kabelových tras (vlastní zpracování)	59
Tabulka 17: přehled materiálu koncových portů (vlastní zpracování)	59
Tabulka 18: přehled rozvaděčů komerční zóny (vlastní zpracování)	61
Tabulka 19: materiál tras páteřní sekce komerční zóny (vlastní zpracování).....	62
Tabulka 20: přehled materiálu záložních páteřních tras (vlastní zpracování).....	63
Tabulka 21: přehled materiálů pro rozvaděče v komerční zóně (vlastní zpracování) ..	64
Tabulka 22: přehled materiálu kabelových tras komerční zóny (vlastní zpracování)	64
Tabulka 23: Vybrané kabely pro komerční zónu (vlastní zpracování).....	64
Tabulka 24: rozpočet materiálu hlavního rozvaděče (vlastní zpracování)	66
Tabulka 25: materiálový rozpočet rezidentní části (vlastní zpracování)	66
Tabulka 26: materiálový rozpočet komerční části (vlastní zpracování).....	67
Tabulka 27: rozpočet instalačních prací (vlastní zpracování)	67
Tabulka 28: celkový realizační rozpočet (vlastní zpracování)	68

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

IP – Internet Protocol

IPSEC – Internet Protocol Security

ARP – Address Resolution Protocol

ICMP – Internet Control Message Protocol

IGMP – Internet Group Management Protocol

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

DNS – Domain Name System

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

FTP – File Transfer Protocol

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

IEEE – Institute of Electrical and Eletronics Engineers

LAN – Local Area Network

MAN – Metropolitan Area Network

CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

FO – Fiber Optic

ODF – Optic Distribution Frame (optická vana)

AWG – American Wire Gauge

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: výkresová dokumentace, půdorys 3NP (reference pro 3NP-9NP)	I
Příloha 2: výkresová dokumentace, půdorys 2NP	II
Příloha 3: výřez půdorysu 1NP, trasa recepce	III
Příloha 4: schéma zapojení hlavního rozvaděče	IV
Příloha 5 schéma zapojení podlažních rozvaděčů	V
Příloha 6: výkresová dokumentace, půdorys 1NP	VI
Příloha 7: výkresová dokumentace, půdorys 1PP	VII
Příloha 8: výkresová dokumentace, půdorys 2 PP	VIII
Příloha 9: podrobný materiálový rozpočet	IX