



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH WIFI SÍTĚ V NEMOCNICI

DESIGN OF A WIFI NETWORK IN A HOSPITAL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Badin

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Vojtěch Badin
Studijní program:	Systemové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Manažerská informatika
Vedoucí práce:	Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.
Akademický rok:	2018/19

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 WiFi sítě v nemocnici

Charakteristika problematiky úkolu:

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

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout počítačovou síť.

Základní literární prameny:

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

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

JIROVSKÝ, V. Vademecum správce sítě. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 428 s. ISBN 80-7169-745-1.

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

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem funkční a dostatečně výkonné WiFi sítě, která bude schopna uspokojit potřeby zákazníků a personálu nemocnice ve městě s 10 000 obyvateli. Realizací tohoto projektu dosáhne nemocnice zkvalitnění služeb především pro pacienty, kteří v ní musí trávit dlouhodobý pobyt. Práce obsahuje návrh tras vedení kabelů, výběr a nastavení aktivních prvků a ekonomické zhodnocení investice.

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on functional and efficient design of WiFi network which will be able to satisfy needs of patients and employees of hospital which is based in a city with 10 000 inhabitants. By implementing this project, the hospital will achieve a better quality of service especially for patients who need to stay there for a long time. The thesis includes design of cable routing, selection and setting of active elements and economic evaluation of investment.

KLÍČOVÁ SLOVA

WiFi, AP, WLAN, 802.11, bridge, switch

KEY WORDS

WiFi, AP, WLAN, 802.11, bridge, switch

Bibliografická citace

BADIN, Vojtěch. *Návrh WiFi sítě v nemocnici* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116440>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 12. května 2019

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucím bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultace při tvorbě této bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	14
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	15
1.1 Popis investora.....	15
1.2 Popis prostor.....	15
1.2.1 Pavilon F.....	16
1.2.2 Pavilon L.....	19
1.3 Popis současné sítě.....	22
1.4 Požadavky investora.....	22
1.5 Shrnutí analýzy.....	22
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	24
2.1 Druhy sítí podle topologie.....	24
2.1.1 Topologie sběrnice(BUS).....	24
2.1.2 Topologie kruh(RING).....	25
2.1.3 Topologie hvězda(STAR).....	25
2.2 Druhy sítí podle rozsahu.....	25
2.2.1 Lokální síť(LAN, Local Area Network).....	25
2.2.2 Metropolitní síť(MAN, Metropolitan Area Network).....	26
2.2.3 Rozlehlá síť(WAN, Wide Area Network).....	26
2.3 Referenční model ISO/OSI.....	26
2.3.1 Fyzická vrstva.....	27
2.3.2 Linková vrstva.....	27
2.3.3 Síťová vrstva.....	27
2.3.4 Transportní vrstva.....	27
2.3.5 Relační vrstva.....	27

2.3.6	Prezentační vrstva	28
2.3.7	Aplikační vrstva.....	28
2.4	Architektura TCP/IP.....	28
2.4.1	Vrstva síťového rozhraní	29
2.4.2	Vrstva internetu.....	29
2.4.3	Transportní vrstva	29
2.4.4	Aplikační vrstva.....	30
2.5	Ethernet	30
2.5.1	Ethernet pro 10 Mb/s	30
2.5.2	Fast Ethernet pro 100 Mb/s.....	30
2.5.3	Gigabit Ethernet pro 1 Gb/s	31
2.5.4	10Gigabit Ethernet pro 10 Gb/s	31
2.5.5	Power over Ethernet(PoE)	31
2.6	Kabelážní systém	33
2.6.1	Normy	33
2.6.2	Základní pojmy	33
2.6.3	Prvky konektivity kabeláže.....	34
2.6.4	Prvky organizace kabeláže.....	34
2.6.5	Prvky vedení kabeláže	34
2.6.6	Prvky značení kabeláže.....	35
2.6.7	Sekce kabelážního systému	35
2.7	Přenosová prostředí.....	35
2.7.1	Kroucené páry (Twisted pair cable).....	36
2.7.2	Optická vlákna	37
2.8	WiFi(Wireless Fidelity).....	38
2.8.1	Bezdrátové sítě.....	39

2.8.2	Specifikace bezdrátových sítí	39
2.8.3	WLAN	39
2.8.4	Konfigurace bezdrátové sítě	40
2.8.5	Architektura WLAN	40
2.8.6	WiFi/IEEE 802.11	42
2.9	Aktivní prvky sítě.....	45
3	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	46
3.1	Návrh technologie	46
3.2	Návrh funkčnosti.....	46
3.3	Umístění AP.....	46
3.4	Návrh topologie.....	48
3.5	Kabeláž.....	49
3.6	Návrh tras kabeláže	52
3.6.1	Datový rozvaděč	52
3.6.2	Trasy páteřní sekce	54
3.6.3	Trasy horizontálních sekcí	55
3.6.4	Značení aktivních prvků a kabeláže.....	55
3.7	Access Point	56
3.8	Aktivní prvky	58
	Switch	58
3.9	Nastavení aktivních prvků.....	59
3.10	Ekonomické zhodnocení	62
ZÁVĚR	63
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	64
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	68
SEZNAM GRAFŮ	70

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	71
SEZNAM TABULEK	73
SEZNAM PŘÍLOH.....	74

ÚVOD

V dnešní době je svět propojený skrz naskrz celosvětovou sítí internetu, kterou využívají miliony lidí po celém světě ať už pomocí mobilních telefonů, notebooků, stolních počítačů či jiných zařízení, které jsou schopné se k takové síti připojit. Většina lidí používá mobilní telefon na propojení se světem, operátoři však svojí cenovou nabídkou příliš nepodporují využívání mobilních dat, a proto dnes většina uživatelů vyhledává podniky či obchody, které poskytují WiFi připojení zdarma. Můžeme říct, že přítomnost WiFi se velmi projeví na hodnocení služeb daného podniku.

Dnes je téměř nutností mít na určitých místech zavedenou takovou WiFi, která je dostupná všem a je dostatečně výkonná, aby uspokojila veškeré potřeby uživatelů.

Ve své práci se zabývám návrhem WiFi sítě v nemocnici, která obstarává zdravotní péči pro několik set pacientů, a proto je dost nepochopitelné, že nemocnice nemá takovou síť funkční již několik let. Připojit se ke stávající síti můžou pouze pacienti s dlouhodobým pobytem za peněžní poplatek.

Ve první části se zaměřuji na analýzu současného stavu, ze které budu vycházet ve třetí kapitole při návrhu moderního řešení WiFi sítě pro celý nemocniční komplex. V druhé části své bakalářské práce jsou zpracována teoretická východiska, která jsou potřebná pro pochopení dalších kapitol. Na závěr jsem uvedl ekonomické zhodnocení celé investice.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem této bakalářské práce je navrhnout funkční a dostatečně výkonnou bezdrátovou síť WiFi, která bude sloužit ke zkvalitnění služeb v nemocnici sídlící ve městě s 10 000 obyvateli.

V první části bude provedena analýza současného stavu prostorů samotné nemocnice, které jsou složeny z několika vícepodlažních budov.

V další části popíšu teoretická východiska, ze kterých budu vycházet při návrhu vlastního řešení.

V praktické části se budu zabývat samotným návrhem sítě a její realizace. Můj cíl je vytvořit návrh sítě, která splňuje požadavky nemocniční rady, požadavky investora a také dlouhodobou životnost sítě bez nutnosti rekonstrukce v prvních 10 letech, ale s možností inovace. Navrhnou realizační plán tras, výběr a nastavení aktivních prvků a ekonomické zhodnocení investice.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

1.1 Popis investora

Investorem v rámci mé bakalářské práce je firma itself s.r.o, která se s místní nemocnicí dohodla na vybudování nezávislé WiFi sítě ve veřejných prostorech nemocnice.

Firma itself s.r.o. je česká společnost působící v oblasti telekomunikací již 27 let. Provozuje vlastní optickou páteřní síť po celé České republice a sídlí ve dvou moderně vybavených datacentrech v Brně a Ivančicích. Itself s.r.o původně vznikla pod názvem SELF servis, spol s.r.o v Ivančicích v roce 1991 a již v následujícím roce poskytovala své služby prvním domácnostem. V roce 2008 itself obohatil své portfolio o službu IPTV a získal si tak mnohem silnější místo na trhu. V následujících letech firma začala poskytovat služby pro telekomunikační operátory, ale také pro obce a města či veřejné instituce, kdy se podílí na výstavbě a realizaci telekomunikační infrastruktury. (1)

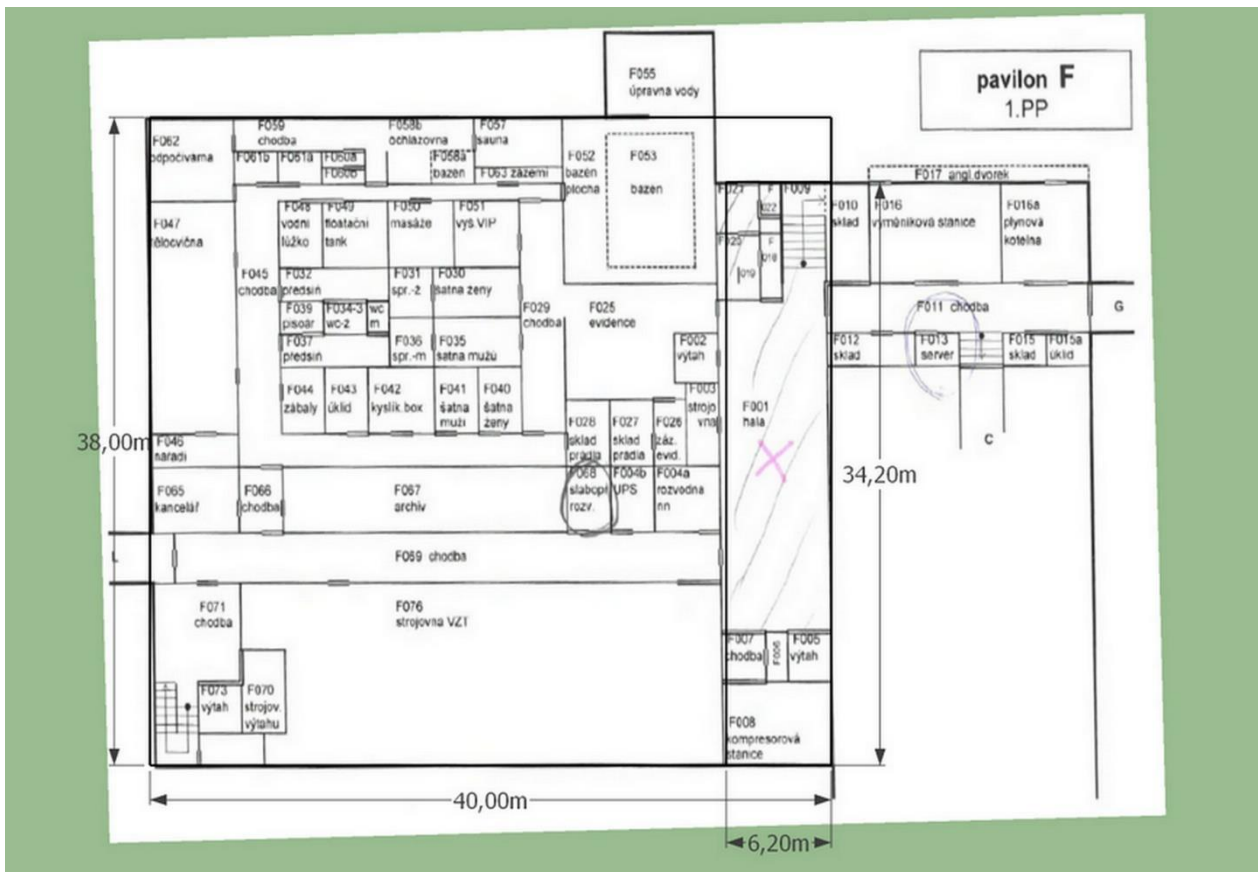
1.2 Popis prostor

Místní nemocnice poskytuje akutní lůžkovou péči v oborech chirurgie, interna, gynekologie a porodnictví, rehabilitace a intenzivní péči na jednotce sdružené intenzivní a resuscitační péče. Nemocnice dále smluvně zajišťuje lékařskou pohotovostní službu (LPS) pro spádovou oblast okolních obcí. V roce 2005 byla dokončena celková rekonstrukce a dostavba areálu, která zahrnovala výstavbu nového komplementárního pavilonu ležícího mezi lůžkovými pavilony, komplexní rekonstrukci lůžkového pavilonu, ve kterém je umístěno chirurgické a interní oddělení a částečnou rekonstrukci pavilonu, ve kterém se nacházejí ostatní oddělení. Bezvýpadkový energetický provoz je zajištěn vlastním dieselagregátem a centrální UPS. Nemocniční budovy jsou rozděleny na sektory s označením L(6 nadzemních pater), O(2 nadzemní patra), F(1 podzemní a 3 nadzemní patra) a C-G(1 podzemní a 3 nadzemní patra). Budovy C-G mají připojení zajištěné pomocí technologie Ubiquiti a proto se jimi ve této bakalářské práci zabývat nebudu. V areálu se dále nachází nádvoří a vstupní vrátnice s lékárnou. Na nákresu můžeme vidět rozmístění a propojení jednotlivých budov, se kterými budu ve své bakalářské práci pracovat. Dále je zde také růžovými křížky zobrazeno požadované umístění přístupových

bodů pro nádvoří a lékárnu nacházející se v objektu O(Příloha č.1: Nákres nemocničního komplexu). (2)

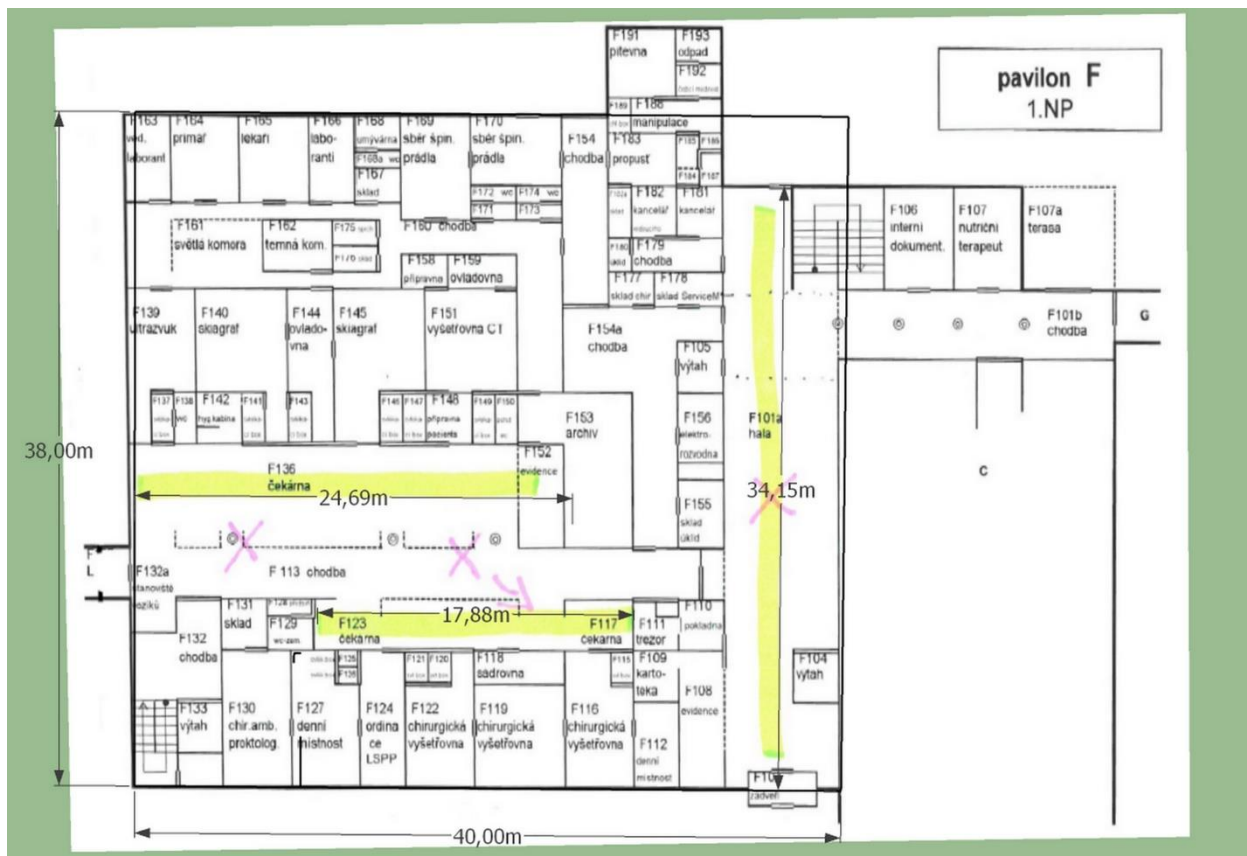
1.2.1 Pavilon F

Na následujících obrázcích jsou zobrazena všechna patra hlavního pavilonu F, který slouží jako vstupní budova do dalších částí nemocnice.



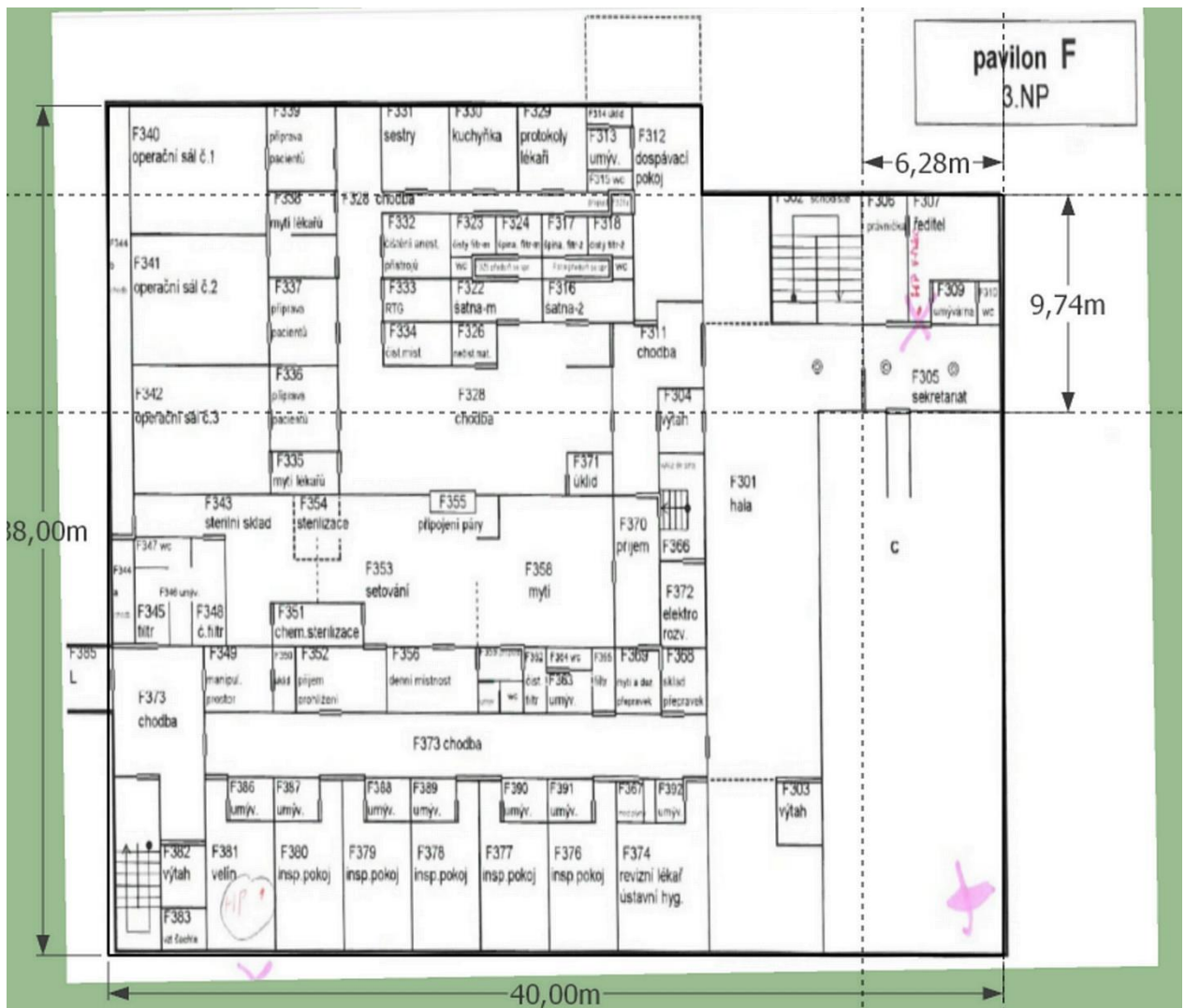
Obrázek 1: 1.PP budova F
(Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

V 1. podzemním podlaží budovy F nemocnice požaduje pokrýt wifi sítí halu. Dále zde můžete vidět zakroužkovanou serverovnu a rozvodnu slaboproudu(Obrázek 1).



Obrázek 2: 1. NP budova F
(Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

V přízemí pavilonu F se nachází vstupní hala a vlevo následuje chodba procházející mezi čekárnou do budovy L. Žlutě je vyznačené požadované pokrytí a růžovými křížky jsou zatím jen prvotně načrtnuty 3 přístupové body, které by měli být dostatečně účinné(Obrázek 2).

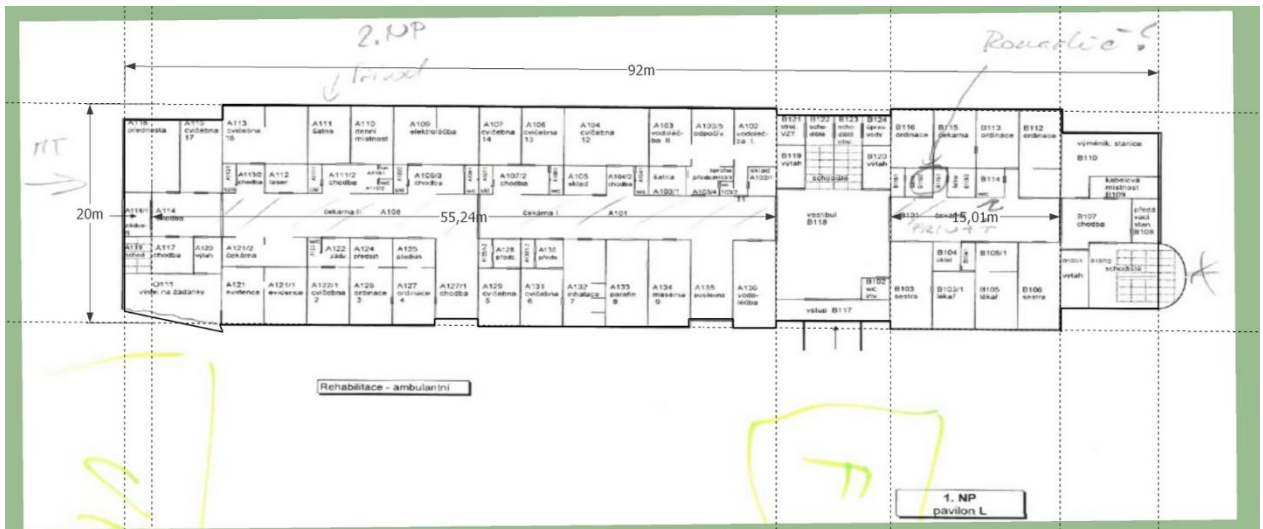


Obrázek 4: 3. NP budova F
(Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

Ve 3. patře budovy F je potřeba pokrýt především místnost v pravém horním rohu, kde sídlí ředitel nemocnice a dále v levém dolním rohu, kde se nachází velín. V těchto prostorách se využívají také modely HP V-M200, které budou také nahrazené a podle situace přesunuté na výhodnější pozice (Obrázek 4).

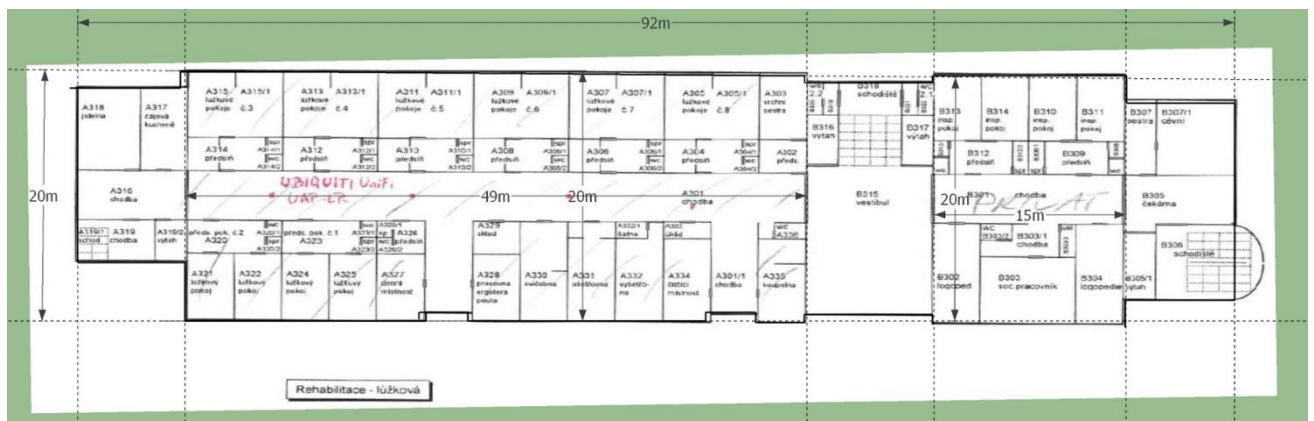
1.2.2 Pavilon L

V pavilonu L je potřeba pokrýt všechna podlaží kromě 2.NP, kde se nachází místnosti, které nejsou využívány veřejností ani pacienty. Půdorysy pater jsou téměř shodná a patra samotná se liší pouze odděleními, které se zde nachází.



Obrázek 5: 1. NP budova L
(Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

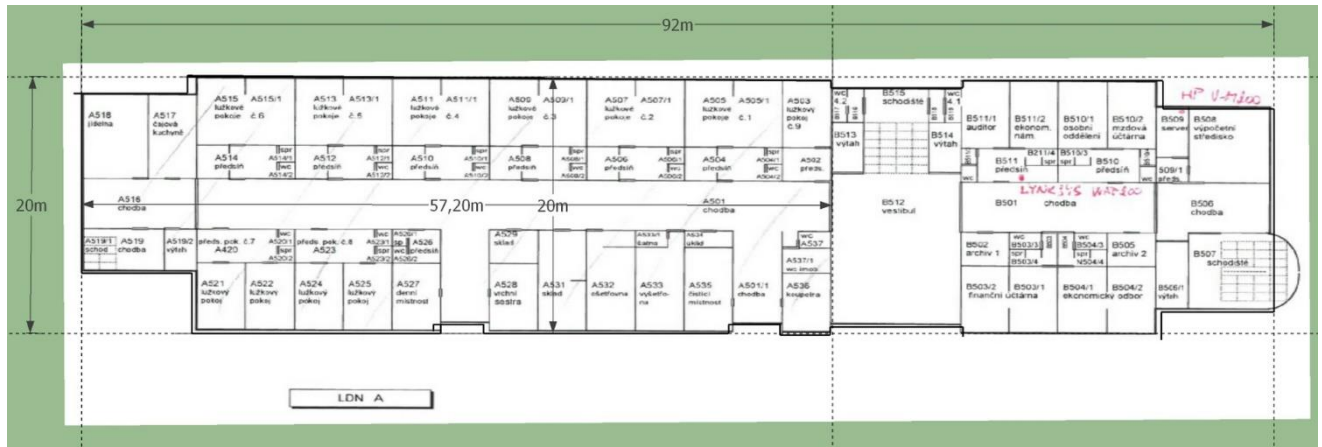
1.NP pavilonu L obsahuje různé rehabilitační a soukromé ordinace, pro které chce nemocnice zajistit připojení k internetu, které by soukromí doktoři mohli využívat po zaplacení určitého poplatku(Obrázek 5). Půdorys 2.NP je shodný a nenachází se na něm nic co by bylo důležité pro moji práci, budu pokračovat půdorysem 3.NP.



Obrázek 6: 3. NP budova L
(Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

V tomto patře je vidět nejen požadované pokrytí budoucí sítí wifi, ale také rozmístění nynějších AP Ubiquiti UniFi UAP-LR. Tyto access pointy s největší pravděpodobností budou zachovány a přesunuty do jiné části nemocničního komplexu. Opět se na pravé straně budovy nachází privátní ordinace, které je také potřeba zajistit wifi(Obrázek 6).

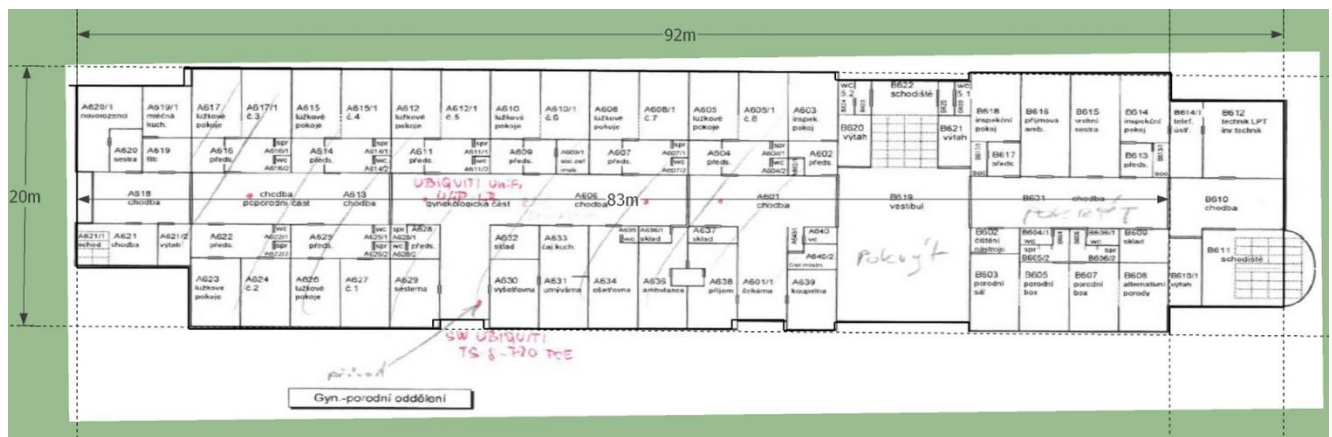
Ve 4.NP je požadované pokrytí totožné a nenachází se zde nic podstatného, proto tento půdorys ve svém popisu vynechám.



Obrázek 7: 5. NP budova L

(Zdroj: (projektová dokumentace + vlastní zpracování))

V pravém horním rohu 5. patra budovy L se nachází opět Access Point HP V-M200 a nedaleko od něj je Linksys WAP200. Ani jeden z těchto přístupových bodů nevyhovuje budoucí síti a bude proto nahrazen a doplněn o další přístupové body, které zajistí pokrytí v levé části budovy, tak jako u předchozích pater (Obrázek 7).



Obrázek 8: 6. NP budova L

(Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

V posledním patře budovy L se nachází porodní oddělení, kde je aktuální přístup k internetu zpoplatněn. Připojení k wifi zajišťují opět AP Ubiquiti a také switch Ubiquiti TS-8-pro, který podporuje napájení pomocí PoE až pro 8 zařízení (Obrázek 8).

1.3 Popis současné sítě

V současné době je WiFi síť realizována za pomoci 8 přístupových bodů v pavilonu L, kde je navíc poskytována pouze za příplatek. Kabeláž je vedena ve stropních podhledech za pomoci roštů a lišt. V ostatních sektorech nemocnice se nachází kabeláž využívaná pouze interní sítí nemocnice a jejími zařízeními.

1.4 Požadavky investora

Vedení nemocnice se k realizaci nové nezávislé WiFi sítě vyjádřilo se svými požadavky následovně:

- Dostatečná kapacita sítě,
- symetrickou rychlost download/upload,
- možnost využití sítě pro sledování IPTV hospitalizovanými pacienty,
- 24hodinový přístup k internetu,
- 99% SLA (Service-level agreement),
- napájení AP(Acces Point) pomoci PoE,
- využití frekvence pouze 2,4 GHz.

Vedení nemocnice zavrhl frekvenci 5 GHz z důvodu výskytu interní sítě, ve které jsou připojeny různé přístroje. Použitím pouze 2,4 GHz se chce nemocnice vyvarovat možnému rušení mezi sítěmi.

1.5 Shrnutí analýzy

V tomto případě je investorem itself s.r.o, který na základě smlouvy s nemocnicí realizuje požadovanou WiFi síť na vlastní náklady a bude ji sám spravovat 10 let a náhradou mu bude umožněna reklama v nemocniční síti. Aby bylo vyhověno všem požadavkům nemocnice, rozhodli jsme se s investorem odstranit zastaralé prvky nynější sítě a nahradit je novými a kvalitnějšími prvky. Díky tomuto rozhodnutí je rozpočet téměř neomezený, avšak bude využito prvků, které má investor v držení(kabeláž, aktivní prvky, rozvaděče...). Bohužel jsou půdorysy poskytnuté nemocnicí bez jakýchkoliv mír, takže

je potřeba je všechny dopočítat za pomoci základních mír, zjištěných z katastru nemovitostí. Před započítáním praktické části je potřeba zpracovat poskytnuté půdorysy do přehlednější podoby, ve které bude snazší se orientovat. Dodatečné informace nemocnice také příliš neposkytuje, nezáleží jim na způsobu provedení ale na výsledku a funkčnosti, takže můžeme zvolit technologii, podle vlastních kritérií.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V této kapitole jsou zpracována teoretická východiska, která jsou potřebná pro porozumění nadcházejícím kapitolám.

2.1 Druhy sítí podle topologie

„Topologie je kvalitativní (nikoliv kvantitativní) geometrie popisující vzájemné uspořádání jednotlivých prvků. V případě kabelážního systému obecně popisuje uspořádání propojení jednotlivých komunikačních uzlů.“ (3, s. 17)

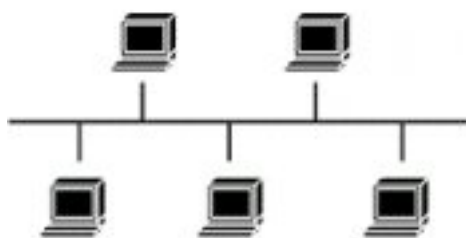
Topologie rozlišujeme na:

- **Fyzické** – způsob, jakým jsou uloženy kabely v reálných trasách a jejich fyzické zapojení k uzlům.
- **Logické** – popisují způsob propojení jednotlivých zařízení mezi sebou na fyzicky vedených kabelech. Logická topologie sítě se může lišit od té fyzické. (3)

V reálném prostředí se můžeme setkat s různými topologiemi a také jejich různými kombinacemi. Níže jsem uvedl 3 základní typy topologií, ze kterých vychází složitější struktury. (3)

2.1.1 Topologie sběrnice(BUS)

V této topologii jsou všechna zařízení připojena na jedno společné přenosové médium realizované např. jedním koaxiálním kabelem. Všechny uzly sítě připojené pomocí topologie sběrnice vidí data odeslaná ostatními uzly, a naopak všechny uzly přijímají data určené jen jednomu z nich(Obrázek 9). (4)

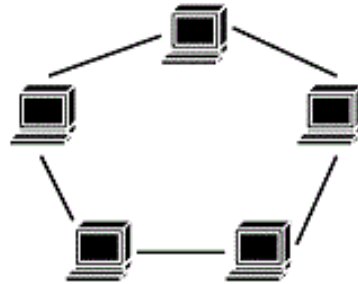


Obrázek 9: Topologie BUS

Zdroj: (5)

2.1.2 Topologie kruh(RING)

Topologie kruh připojuje postupně jeden uzel sítě k druhému až propojením posledního a prvního uzlu vytvoří kruh. Data jsou pak odesílána postupně z jednoho uzlu na druhý, než dorazí k určenému příjemci(Obrázek 10). (4)



Obrázek 10: Topologie RING

Zdroj: (5)

2.1.3 Topologie hvězda(STAR)

Ve hvězdicové topologii jsou uzly připojeny do jednoho centrálního bodu, který se nazývá rozbočovač(HUB). Signály putují od vysílacího uzlu do rozbočovače a dále do všech připojených uzlů(Obrázek 11). (4)



Obrázek 11: Topologie STAR

Zdroj: (5)

2.2 Druhy sítí podle rozsahu

V této kapitole je popsáno rozdělení sítí podle velikosti jejich rozsahu.

2.2.1 Lokální síť(LAN, Local Area Network)

Počítačové síť, které propojují koncové uzly jako jsou osobní počítače, tiskárny, servery atd. Lokální síť jsou omezeny svým rozsahem v rámci několika kilometrů. Nejčastěji se

vyskytují v rámci jedné budovy, patra či místnosti. Sítě LAN jsou vždy v soukromé správě.[3]

2.2.2 Metropolitní síť(MAN, Metropolitan Area Network)

Používá se k propojení lokálních sítí v rámci měst. Metropolitní sítě jsou svojí rozlohou větší než sítě LAN a umožňují lokálním sítím zvětšit jejich působnost. (6)

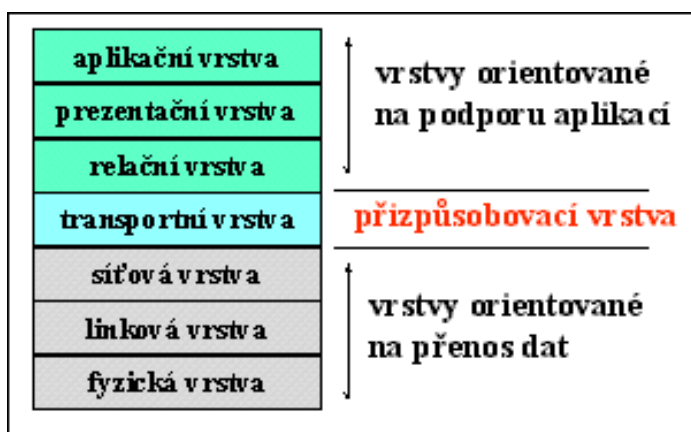
2.2.3 Rozlehlá síť(WAN, Wide Area Network)

Umožňují komunikaci mezi lokálními nebo metropolitními sítěmi na velkou vzdálenost v řádech desítek i stovek kilometrů. Propojují menší sítě speciálními linkami nebo bezdrátově. Klasickým příkladem může být dnes již velmi známý internet. (6)

2.3 Referenční model ISO/OSI

Na začátku vývoje počítačových sítí stálo velké množství firem, které vyvíjeli uzavřené a vzájemně nekompatibilní systémy. Proto mezinárodní ústav pro normalizaci(ISO) vytvořil referenční model OSI, ve kterém je specifikováno 7 vrstev, které spolu vzájemně spolupracují. (7)

Princip modelu ISO/OSI je založen na vzájemné spolupráci dvou sousedních vrstev. Vyšší vrstva převezme informace od vrstvy nižší, zpracuje je a předá vrstvě nadřazené. Model ISO/OSI doporučuje, jak by měla vzájemná horizontální spolupráce mezi vrstvami vypadat. Model v této práci použiji především pro pochopení principů funkčnosti jednotlivých vrstev(Obrázek 12). (7)



Obrázek 12: Referenční model ISO/OSI

Zdroj: (8)

2.3.1 Fyzická vrstva

Tato vrstva leží na nejnižší pozici v modelu ISO/OSI. Jako jediná vrstva modelu zajišťuje fyzický přenos dat mezi systémy. Zabývá se vysíláním a přijímáním bitů v přenosovém prostředí. Popisuje mechanické, elektrické a funkční vlastnosti např.: jak přijímač rozezná začátek bitu, jakým způsobem je reprezentována logická jednička a nula, jaký účel má určitý vodič v kabelu atd. (7), (6)

2.3.2 Linková vrstva

Linková nebo také spojová vrstva zajišťuje přenos datových rámců mezi dvěma uzly. Její funkce jsou přijímání a odesílání rámců, navazuje, udržuje a ukončuje spojení, kontroluje cílové adresy přijatých rámců. Tato vrstva pracuje s fyzickými adresami síťových karet. (7)

2.3.3 Síťová vrstva

Síťová vrstva zodpovídá za spojení a směrování mezi dvěma uzly nebo sítěmi, které mezi sebou nemají přímé spojení. Zahrnuje také správu datového toku, která slouží jako ochrana proti zahlcení podsítě mnoha pakety ve stejnou chvíli. Tato vrstva také zajišťuje volbu trasy za pomoci směrování nebo tzv. routingem. Směrování probíhá za pomoci aktivních prvků, routerů, které obsahují směrovací tabulky, podle kterých vyhodnocují nejvhodnější cestu k cíli. (9)

2.3.4 Transportní vrstva

Tato vrstva kontroluje předávání dat mezi jejími sousedícími vrstvami (relační, síťová). Její typickou činností je rozdělení přenášeného sdělení na pakety a opětovné skládání přijatých paketů do sdělení. Zodpovídá tedy za správné seřazení přijatých paketů, rekonstrukci relačních informací a potvrzení přijetí. (9)

2.3.5 Relační vrstva

V relační vrstvě se nachází nástroje a prostředky pro vytvoření a udržení relací a služby potřebné pro jejich inicializaci. Relační vrstva obsahuje také bezpečnostní mechanismy, pomocí kterých může provádět například zabezpečení přístupu k různým zařízením nebo ověřování uživatelů. (9)

2.3.6 Prezentací vrstva

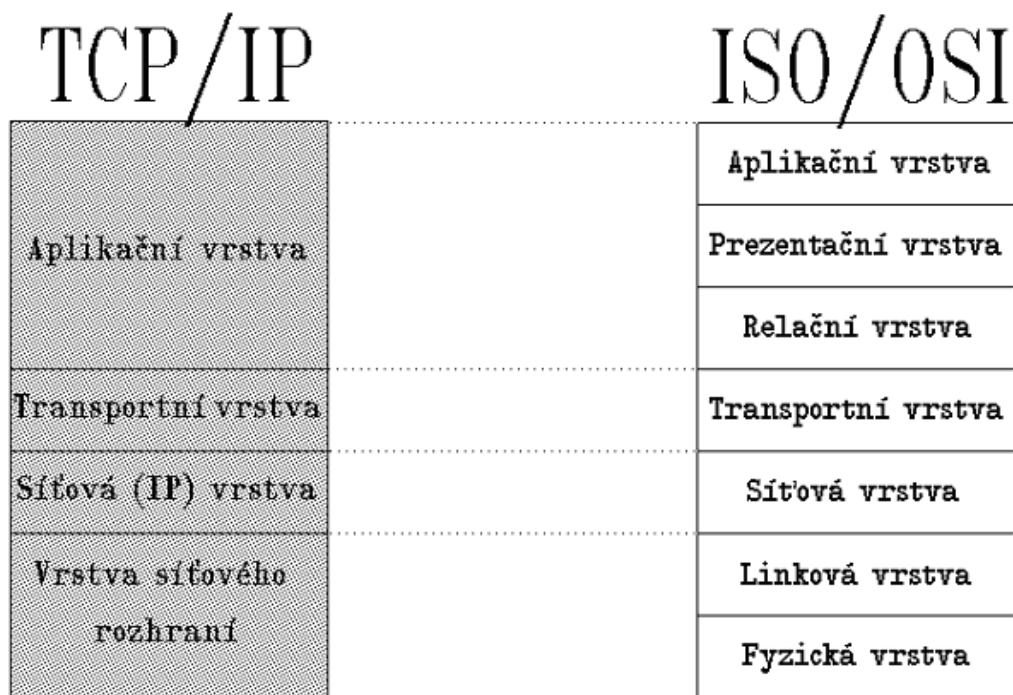
Přenášená data mohou být v různých sítích odlišně kódována, z toho důvodu probíhá na prezentací vrstvě formátování dat z aplikační vrstvy a následné předání vrstvě relační. Prezentací vrstva také umožňuje komprimaci či šifrování dat. (9)

2.3.7 Aplikační vrstva

Na vrstvě aplikační pracuje software zpřístupňující uživatelům síťové služby. Mezi takové programy patří například webové prohlížeče či e-mailoví klienti. Zajišťuje vzdálený přístup k souborům, tiskárnám a dalším zařízením v síti. (9)

2.4 Architektura TCP/IP

V modelu TCP/IP se vyskytují pro formát přenosu dat tři různé protokoly. Protokol TCP(Transmission Control Protocol) se zabývá vytvořením spojení a jeho fungováním mezi systémy na internetu na rozdíl od druhého protokolu UDP(User Datagram Protocol), který popisuje komunikaci nespojovanou. Třetí a poslední protokol IP pracuje v síťové vrstvě soustavy TCP/IP a definuje formát paketů při přenosu sítí. Protokoly TCP a UDP pracují na transportní vrstvě. Ve srovnání s referenčním modelem ISO/OSI tvoří tuto architekturu jen čtyři vrstvy, vrstva síťového rozhraní, vrstva internetu, transportní vrstva a aplikační vrstva. Srovnání modelu TCP/IP s modelem ISO/OSI je zobrazeno na obrázku níže(Obrázek 13). (9)



Obrázek 13: Srovnání TCP/IP s ISO/OSI

Zdroj: (10)

2.4.1 Vrstva síťového rozhraní

Tato vrstva zhruba odpovídá funkcím vrstev fyzické a linkové v referenčním modelu ISO/OSI. Umožňuje tedy přístup k fyzickému přenosovému médium a je pro každou síť specifická v závislosti na její implementaci. (6)

2.4.2 Vrstva internetu

Tato vrstva přímo odpovídá vrstvě síťové v modelu ISO/OSI a zastává také stejné funkce. Na této vrstvě pracuje protokol IP, který doplňuje datagramy o data obsahující zdrojové a cílové IP adresy a následně datagramy směruje. (6)

2.4.3 Transportní vrstva

Tato vrstva také odpovídá stejnojmenné vrstvě modelu ISO/OSI. Pracují na ní protokoly TCP a UDP, které zajišťují spolehlivý a nespolehlivý přenos dat mezi dvěma cílovými stanicemi. (7)

2.4.4 Aplikační vrstva

Aplikační vrstva obsahuje všechny protokoly služeb a aplikací vyžívaných uživateli.

Mezi nejznámější aplikační protokoly patří:

- **FTP** – používá se pro přenos souborů mezi počítači. (7)
- **DNS** – převádí IP adresy na doménová jména a opačně. (7)
- **HTTP** – Protokol používaný na organizaci WWW stránek. (7)
- **SMTP** – Zajišťuje přenos zpráv mezi servery(např. e-mail). (7)
- **Telnet** – používá se pro vzdálený přístup. (7)

2.5 Ethernet

Nejrozšířenější standard sítí LAN navrhla a vyvíjela firma Xerox od roku 1976. V referenčním modelu ISO/OSI ethernet reprezentuje fyzickou a linkovou vrstvu. Jedním z jeho základních znaků je kolizní přístupová metoda CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Díky dlouhému vývoji ethernetu dnes existuje několik jeho verzí. (7)

2.5.1 Ethernet pro 10 Mb/s

Dnes již nepoužívaný, nejstarší ethernet pro přenos rychlostí 10 Mb/s existoval v mnoha variantách:

- **10BASE-5** – Využíval tlustý koaxiální kabel a topologii sběrnice. (7)
- **10BASE-2** – Velmi rozšířený, tenký koaxiální kabel a topologie sběrnice. (7)
- **10BASE-T** – Základem byla kroucená dvojlinka, topologie hvězda a HUB. (7)
- **10BASE-F** – Ethernetový předpis pro optické kabely, specifikoval připojování stanic, propojování pracovních stanic a hubů a nakonec páteřní rozvody mezi budovami. (7)

2.5.2 Fast Ethernet pro 100 Mb/s

Dnes nejrozšířenější norma Ethernetu. Tato norma, na rozdíl od Ethernetu pro 10 Mb/s, nepoužívá koaxiální kabel, nýbrž kroucenou dvojlinku. Fast Ethernet je definovaný v těchto variantách:

- **100BASE-TX** – využívá kabeláž s nestíněnou kroucenou dvojlínkou kategorie 5, kdy využívá dva páry. Maximální délka segmentu je 100 metrů.
- **100BASE-FX** – tato varianta je určena pro optickou kabeláž. Maximální délka segmentu se pohybuje od 412 metrů až po 10 kilometrů v závislosti na použitém optickém kabelu.
- **100Base-T4** – Starší varianta využívající kroucenou dvojlínku kategorie 3 a 4. (7)

2.5.3 Gigabit Ethernet pro 1 Gb/s

Tento ethernet je primárně navržen pro optické kabely. Existuje ve dvou variantách, které se liší použitým světelným zdrojem:

- **1000Base-SX** – jako zdroj světla může být použit laser nebo LED dioda. Používá se krátkovlnný světelný zdroj 850 nm. Tato varianta se realizuje spíše u kratších horizontálních vedení nebo páteřních propojení.
- **1000Base-LX** – světlo delší vlnové délky 1 310 nm je generováno laserovým zdrojem. Výhodou oproti předchozí variantě je možnost překlenutí delších vzdáleností.
- **1000Base-T** – definuje použití kroucené dvojlínky na všech čtyřech párech kategorie 5 a 5e. (7)

2.5.4 10Gigabit Ethernet pro 10 Gb/s

Norma nejrychlejšího ethernetu o maximální rychlosti 10 Gb/s je určena především pro přenos na velké vzdálenosti za pomoci optických kabelů. (7)

2.5.5 Power over Ethernet(PoE)

Za pomoci technologie napájení přes Ethernet(PoE) jsme schopni připojit zařízení přes Ethernet a po jednom kabelu přivádět současně datový přenos a také napájení z nějakého zdroje. Takto napájené zařízení je díky PoE přenosné a nemusí se tedy spoléhat na napěťovou zásuvku v místě své instalace. Hlavním cílem PoE je snazší využití zařízení,

jako jsou bezdrátové přístupové body, webové kamery nebo další aktivní prvky, které je složité napájet. (9)

Technologii napájení přes Ethernet (PoE) lze také rozdělit do několika typů:

Typ 1

Standard: IEEE 802.3af

Tento typ je také známý jako **PoE** nebo **2-pair PoE**. Typ 1 využívá dva páry pro připojení zařízení s nižším výkonem do sítě. Poskytuje až 15,4W stejnosměrného proudu pro každý port umožňující PoE a až 12,95W pro každé zařízení. PoE typ 1 podporuje například VoIP telefony, senzory, bezdrátové přístupové body anebo bezpečnostní kamery. (11)

Typ 2

Standard: IEEE 802.3at

PoE typ 2 bývá také označován jako **PoE+**, **PoE Plus** a využívá se pro připojení zařízení s vyšším výkonem, navíc je i zpětně kompatibilní. Maximální poskytovaný výkon je 30W na každý port a 22,5W pro každé zařízení. PoE typ 2 podporuje komplexnější zařízení jako jsou bezpečnostní kamery schopné využívat funkce zoom, pan nebo tilt, bezdrátové přístupové body s více anténami nebo i biometrické sensory či tablety. (11)

Typ 3

Standard: IEEE 802.3bt

Typ 3 se označuje jako **4-pair PoE**, **PoE++**, **4P PoE**. Tento typ využívá všechny 4 páry kabelu a poskytuje až 60W pro každý port (51W pro každé zařízení). 4-pair PoE podporuje videokonferenční systémy nebo různé zařízení pro správu budov. (11)

Typ 4

Standard: IEEE 802.3bt

S vývojem nových technologií rostou také požadavky na napájení jednotlivých zařízení, z toho důvodu vznikl PoE typ 4 označovaný jako **higher-power PoE**, který je schopný poskytnout až 100W stejnosměrného proudu pro každý PoE port. Tento typ podporuje náročnější zařízení jako jsou notebooky nebo i televize. (11)

2.6 Kabelážní systém

Kabelážní systémy můžeme rozdělit do dvou skupin:

- **Jednouúčelové** – jedná se o systémy, které jsou zaměřené pouze na jeden typ přenosu např. telefonní rozvody, TV/R rozvody nebo i koaxiální počítačové sítě, kde se používaly různé typy koaxiálních kabelů s odlišnými parametry podle typu sítě. (3)
- **Univerzální** – systémy určené pro aplikační množinu větší než jeden typ přenosu. V současnosti je technické řešení takových systémů nazýváno strukturovanou kabeláží (SKS) nebo multimediální strukturovanou kabeláží (SMKS). (3)

2.6.1 Normy

Normy pro komunikační infrastrukturu se rozdělují na mezinárodní, dále se člení na americké a evropské a pod evropskou úroveň jsou normy národní. V této práci se budu řídit především normami evropskými a národními, které jsou uvedeny zde:

ČSN EN 50173-1 – univerzální kabelážní systémy – všeobecné požadavky (3)

ČSN EN 50173-4 – univerzální kabelážní systémy – obytné prostory (3)

ČSN EN 50174-1 – instalace kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kvality (3)

ČSN EN 50174-2 – instalace kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách (3)

2.6.2 Základní pojmy

V této kapitole uvádím základní pojmy potřebné pro pochopení nadcházejících kapitol.

Kategorie – Klasifikace linky a kanálu, která hodnotí parametry materiálu bez ohledu na lidský faktor. Rozlišovacím kritériem je kmitočet – MHz. (3)

Třída – Klasifikace aplikací sítí, která hodnotí parametry nainstalovaného celku s ohledem na lidský faktor, tj. způsob a správnost instalace. Rozlišovacím kritériem je opět kmitočet. (3)

Linka – propojuje konektor přepojovacího panelu s konektorem nacházejícím se v datové zásuvce. Maximální délka linky je 90 metrů, čímž je myšlena délka elektrického vedení. Vodičem je drát. (3)

Kanál – Je tvořen linkou a pracovním vedením, čímž se rozumí propojovací kabel zařízení nacházející se v datovém rozvaděči a připojovací kabel pracoviště. Maximální délka kanálu je 100 metrů, čímž je myšlena délka elektrického vedení. (3)

2.6.3 Prvky konektivity kabeláže

Tyto prvky slouží k ukončení kabelových tras. Mezi tyto prvky patří přepojovací panely (Patch Panels), různé typy konektorů, datové zásuvky atd. Tyto prvky můžeme dále rozdělit na:

- **integrované** – mají pevné osazení portů.
 - **modulární** – skládají se z různých komunikačních modulů s možností výměny.
- (3)

2.6.4 Prvky organizace kabeláže

Těchto prvků se využívá především v datových rozvaděčích, které obsahují velké množství kabelů a portů, kde je potřeba mít organizovaný a přehledný systém. (3)

Datové rozvaděče slouží zejména k ochraně zařízení před poškozením a před neoprávněným vniknutím. Vnitřní montážní výška rozvaděčů je udávána jednotkách UNIT, kdy 1U = 44,45mm, montážní šířka je udávána v palcích (1 palec = 25,4mm). (3)

Rozvaděče se vyrábí v různých podobách, jako např. uzavřené skříně, otevřené rámy, závěsné rozvaděče, svařované, nýtované, ventilované atd. Každý model má své výhody i nevýhody, avšak zásadní věcí, kterou mají všechny společnou je nutnost uzemnění rozvaděče. (3)

2.6.5 Prvky vedení kabeláže

Kabeláž může být vedena mnoha způsoby v závislosti na sekci kabeláže, ve které je vedena. Pro páteřní trasy areálu mohou existovat trasy v kolektorech nebo ve výkopech v plastových chráničkách. Horizontální sekce může využít zdvojených podlah a stropů,

kde jsou kabely vedeny v kovových žlabech nebo drátěných roštích či parapetních žlabech. Trasy pracoviště mohou být realizované pomocí kabelových sloupků nebo boxů ve stolech. (3)

2.6.6 Prvky značení kabeláže

Požadavky na značení prvků kabelážního systému byly promítnuty do evropských norem řady EN 50174 z normy americké EIA/TIA 606. Značení navrhuje projektant při zpracování projektu, to musí být uvedeno v kabelových tabulkách i ve výkresové dokumentaci. (3)

Existují 3 typy značení: Identifikační, informační a výstražné. Při značení prvků se využívá dvou typů identifikačního kódu:

- **Přímý** – O.PP.MMM.ZZ.X – kdy O zastupuje číslo objektu, PP je číslo podlaží, MMM číslo místnosti, ZZ označuje číslo zásuvky a X zastává číslo portu v zásuvce.
- **Reverzní** – RPXX – kdy R zastupuje označení datového rozvaděče, P je označení Patch Panelu a XX je číslo portu na Patch Panelu (3)

2.6.7 Sekce kabelážního systému

Rozlišujeme 4 sekce kabelážního systému. Horizontální vedení (Horizontal cabling), které propojuje datový rozvaděč se zásuvkou na pracovišti. Dále páteřní vedení (backbone cabling), které propojuje jednotlivé datové rozvaděče a vždy se realizuje do topologie hvězda s případným doplněním záložních vedení. Pracovní oblast (Work Area) obsahuje připojovací kabely na pracovištích a propojovací kabely v datovém rozvaděči. Datový rozvaděč (Telecommunications Closet) kde jsou umístěny přepojovací panely včetně aktivních prvků sítě, organizérů kabeláže a dalších zařízení. (3)

2.7 Přenosová prostředí

Typy přenosových prostředí můžeme rozdělit na dvě kategorie:

- **Metalické kabely** – pracují na principu přenosu elektrického vedení za pomoci měděného vodiče.
- **Optická vlákna** – využívají světelných impulsů s různou vlnovou délkou pro přenos zakódovaných informací. (7)

2.7.1 Kroucené páry (Twisted pair cable)

Kabel s kroucenými páry je odvozený od telefonního kabelu. Skládá se ze 4 párů tvořených 8 vodiči. Elektrické signály jsou náchylné na rušení, které se právě za pomoci kroucení minimalizuje, jak mezi vodiči jednoho páru, tak i mezi jednotlivými páry. (7)

Kabely můžeme rozdělit podle jejich vlastností do kategorií z následující tabulky:

Tabulka 1: Tabulka kategorií

Zdroj: (12)

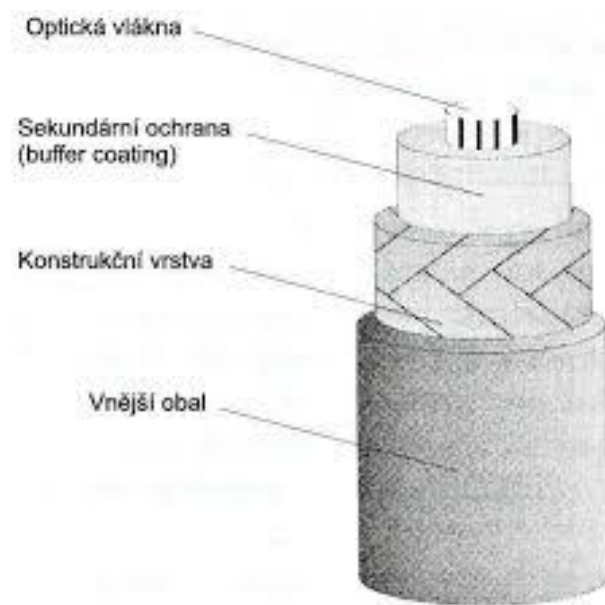
KATEGORIE	TŘÍDA	KMITOČET	10baseT	100baseT	1000baseT	10 GbaseT	do 100 Gbit	Konektor	UTP	STP
Kategorie 1		1 MHz								
Kategorie 2		4 MHz								
Kategorie 3		16 MHz	100 m							
Kategorie 4		20 MHz	100 m							
Kategorie 5		100 MHz	100 m	100 m				RJ 45	ano	ano
Kategorie 5e	D	100 MHz	100 m	100 m	100 m	N/A		RJ 45	ano	ano
Kategorie 6	E	250 MHz	100 m	100 m	100 m	37 - 55 m		RJ 45	ano	ano
Kategorie 6a	E _A	500 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		RJ 45	ano	ano
Kategorie 6A		500 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		RJ 45	ano	ano
Kategorie 7	F	600 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		GG45 - Tera	ne	ano
Kategorie 7a	F _A	1000 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m		GG45 - Tera	ne	ano
Kategorie 8	I - II	do 2000 MHz	100 m	100 m	100 m	100 m			ne	ano

Dále se kroucené páry dělí na nestíněné a stíněné kabely:

- **UTP (Unshielded Twisted Pair)** – páry nejsou žádným způsobem stíněné.
 - **STP (Shielded Twisted Pair)** – na rozdíl od UTP kabel obsahuje ještě kovové opletení – stínění, díky kterému je odolnější proti vnějšímu rušení.
 - **FTP (Foiled Twisted Pair)** – podobné jako STP, stínění je zde realizováno fólií.
- (7)

2.7.2 Optická vlákna

Optická vlákna jsou založena na odlišném principu než metalické kabely. Informace jsou přenášeny světelnými impulsy ve světlovodivých vláknech. Základní prvky kabelu, optická vlákna, jsou vložena do sekundární ochrany, která zabraňuje poškození při mikro a makro ohybech. V kabelu jsou minimálně dvě vlákna, každé pro jeden směr. Dále je sekundární vrstva vložena do vrstvy konstrukční, která zvyšuje pevnost kabelu. Poslední vrstvou je vnější obal (Obrázek 14). (7)

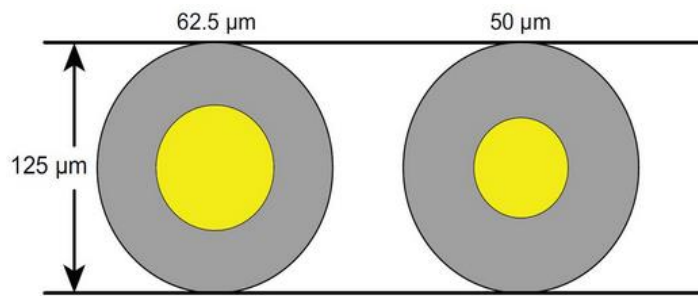


Obrázek 14: Řez optickým kabelem

Zdroj: (13)

Optické kabely můžeme podle jejich konstrukce rozdělit na dva druhy vláken:

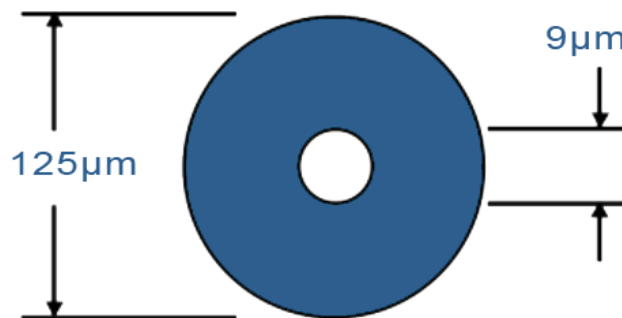
- **Mnohovidové** – mají horší optické vlastnosti, dochází zde k lomům a ohybům vedeného světelného paprsku. Světlo se rozdělí na několik vidů, které dorazí na konec vlákna v různých časech, a to způsobuje zkreslení signálu. Zdrojem světla je LED dioda (Obrázek 15). (7)



Obrázek 15: Mnohovidová jádra

Zdroj: (14)

- **Jednovidové** – v těchto vláknech je index lomu mezi jádrem a pláštěm velmi malý. Zdrojem světla je laser, takže kabelem prochází pouze jeden paprsek (vid) bez lomů a ohybů. Jednovidové kabely mají vyšší přenosovou kapacitu a lepší optické vlastnosti než kabely mnohovidové (Obrázek 16).[4]



Obrázek 16: Jednovidové jádro

Zdroj: (14)

2.8 WiFi(Wireless Fidelity)

Signály se mohou šířit také vzduchem za pomoci elektromagnetického vlnění, které nahrazuje metalické kabely. Elektromagnetické vlny se liší vlnovou délkou a pokud od sebe chceme oddělit jednotlivé linky, musíme pro každou z nich použít odlišné frekvenční pásmo. V dnešní době je však volných frekvencí velmi málo, a tak sítě WiFi využívají frekvenční pásma 2,4 GHz a 5GHz. Frekvenční pásmo o 2,4 GHz je volně použitelné, ale používá ji taky mnoho jiných technologií, což se projevuje častým rušením. Pásmo 5 GHz regulují pravidla Českého telekomunikačního úřadu. (7)

2.8.1 Bezdrátové sítě

Bezdrátové sítě můžeme rozdělit podobně jako sítě obecně na WPAN, WLAN, WMAN podle dosahu signálu. (6)

2.8.2 Specifikace bezdrátových sítí

Specifikací bezdrátových sítí se zabývá IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) v následujících podvýborech:

- **IEEE 802.11** – Bezdrátové lokální sítě (WLAN). (6)
- **IEEE 802.15** – Bezdrátové osobní sítě (WPAN). (6)
- **IEEE 802.16** – Širokopásmový bezdrátový přístup (WMAN). (6)
- **IEEE 802.20** – Širokopásmové mobilní bezdrátové sítě (MBWA). (6)

2.8.3 WLAN

Ve své bakalářské práci se budu zajímat především o sítě typu WLAN, které se dnes již nepoužívají pouze pro řešení domácích či podnikových sítí, ale také pro veřejný přístup k internetu. WLAN pracují všechny v bezlicenčních pásmech, což znamená, že využívají volných pásem, které jsou lehce přetížitelné a rušené na úkor kvality. Existuje několik typů WLAN (Obrázek 17), které se označují podle mezinárodních norem výboru 802.11 IEEE: (6)

- **IEEE 802.11b** – Pracují v pásmu 2,4-2,485 GHz na bázi rozprostřeného spektra s dosahem 100-300 metrů s maximální kapacitou na fyzické vrstvě 11 Mbit/s.
- **IEEE 802.11a** – Pracují v pásmu 5,1-5,3 GHz a 5,725-5,825 GHz s dosahem 50-70 metrů s teoretickou rychlostí 54 Mbit/s.
- **IEEE 802.11g** – Rychlejší verze WiFi v pásmu 2,4 GHz s teoretickou rychlostí 54 Mbit/s. (6)

Typ	Kmitočet	Kapacita na fyzické vrstvě	Reálná rychlost	Mechanismus přenosu	Podpora QoS	Vysílací výkon	Norma schválena	Dostupnost
802.11b (WiFi)	2,4–2,485 GHz	11 Mbit/s	do 6 Mbit/s	DSSS	ne	200 mW	IEEE, 1999	ano (celosvětové rozšíření)
802.11a	5,1–5,3 GHz a 5,725–5,825 GHz	54 Mbit/s	do 36 Mbit/s	OFDM	ne	40–800 mW	IEEE, 1999	ano (omezená – v USA ano, ale v Evropě minimálně)
802.11g	2,4–2,485 GHz	54 Mbit/s	do 30 Mbit/s	OFDM/DSS	ne	65 mW	IEEE, 2003	2003+

Obrázek 17: Porovnání WLAN

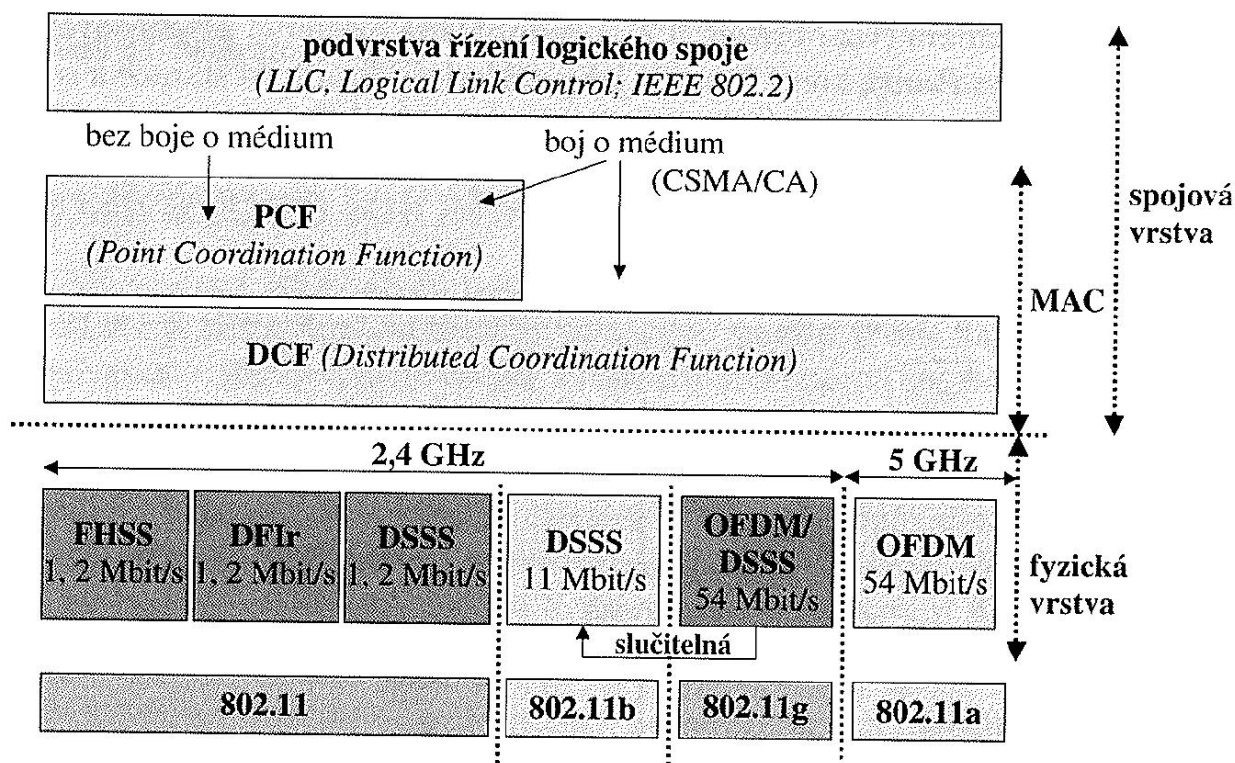
Zdroj: (6)

2.8.4 Konfigurace bezdrátové sítě

Bezdrátové lokální sítě mohou pracovat ve dvou konfiguracích (BSS, Basic Service Set). V **nezávislé konfiguraci (ad hoc)** mezi sebou stanice příslušné bezdrátové sítě komunikují přímo pomocí bezdrátové síťové karty a není proto potřeba instalovat podpůrnou infrastrukturu. Tato konfigurace se nehodí pro rozsáhlé sítě, ale spíše pro náhodná uspořádání. Pro moji bakalářskou práci bude tedy výhodnější využít **konfigurace infrastruktury s distribučním systémem**, který předpokládá existenci přístupového bodu (AP, Access Point), se kterými budu také ve svém projektu pracovat. Access Point funguje jako základna rádiové stanice a současně jako datový most. Tato konfigurace předpokládá propojení s distribučním systémem, nejčastěji Ethernet. (6)

2.8.5 Architektura WLAN

Níže uvedený obrázek popisuje, o které vrstvy/podvrstvy se při specifikaci bezdrátových sítí jedná z pohledu referenčního modelu OSI (Obrázek 18). (6)



Obrázek 18: Vrstvová architektura WLAN

Zdroj: (6)

Protokol MAC

802.11 WLAN sdílejí stejný protokol přístupu k médium (MAC, Media Access Protocol), liší se pouze řešením fyzické vrstvy. Využívají taky stejný protokol logického řízení spoje (LLC, Logical Link Control) jako ostatní sítě. MAC v síti WLAN je zodpovědný za přenos dat, přidružení stanice k WLAN, autentizaci, utajení dat a management napájení.

802.11 MAC nabízí dva režimy komunikace DCF a PCF. DCF je standardní mechanismus, který zajišťuje koordinaci přístupu k rádiovému kanálu, ale nepodporuje prioritní přístup. PCF je volitelný mechanismus přístupu, který podporuje toky dat citlivé na zpoždění. DCF ani PCF nerozlišují mezi typy provozu. (6)

Režim DCF

Tento režim je navržený pro datové přenosy a je založený na metodě přístupu CSMA/CA. Stanice nejprve naslouchá, zda někdo jiný nevysílá. Mechanismus pro zabránění kolizí používá metody vkládání mezery mezi vysílanými rámci (IFS, InterFrame Space) a odklad vysílání (backoff). (6)

Režim PCF

Tento režim pracuje tak, že přístupový bod WLAN periodicky vysílá rámce typu beacon, kterými sděluje stanicím v síti specifické parametry pro identifikaci a management. Mezi vysíláním těchto rámců dělí přístupový bod volnou dobu na dvě části: Doba bez boje o médium (contention-free) a doba, kdy probíhá boj o médium (contention). (6)

Metody přenosu

Původní specifikace IEEE 802.11 nabízela maximální rychlost na fyzické vrstvě 1-2 Mbit/s za pomoci tří způsobů řešení fyzické vrstvy: rádiovým signálem v rozprostřeném spektru (DSSS nebo FHSS) a infračerveným zářením. Pro svoji práci uvedu pouze metodu DSSS a FHSS. (6)

Přenos rádiových vln metodou přímo rozprostřeného spektra – DSSS vysílač přeměňuje tok bitů na tok symbolů, kde každý symbol reprezentuje skupinu jednoho nebo více bitů. Pomocí modulační techniky QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) vysílač moduluje nebo násobí každý symbol pseudonáhodnou šumovou sekvencí na tzv. čip. Tato operace uměle zvětšuje použitou šířku pásma v závislosti na délce použité sekvence. DSSS dělí pásmo na 14 kanálů po 22 MHz, které se částečně překrývají. (6)

Přenos rádiových vln metodou rozprostřeného spektra s přeskakováním mezi kmitočty – FHSS vysílá jeden nebo více datových paketů po jednom kmitočtu, pak přeskočí na jiný kmitočet a vysílá dál. Rušení se minimalizuje krátkou dobou, po kterou systém vysílá na daním kmitočtu, to znamená, že se minimálně 2,5krát za sekundu kmitočet změní, takže se snižuje pravděpodobnost kolize. Přeskakování kmitočtů umožňuje efektivní využití spektra až pro 22 lokálních sítí umístěných ve své blízkosti, kdy každá má vlastní pořadí kmitočtů pro vysílání. (6)

2.8.6 WiFi/IEEE 802.11

V této kapitole popisují normu IEEE 802.11 a její různé modifikace či doplňky.

802.11 se skládá ze tří komponent, skenování, autentizace a opětovné přidružení. Skenování je proces hledání přístupových bodů vhodných k propojení a získání informací

z nalezených přístupových bodů. Autentizace je proces identifikace jednotlivých stanic oprávněných sdružovat se a asociace je proces pro navázání spojení mezi přístupovým bodem a stanicí. (15)

IEEE 802.11b

V České republice se používá 13 kanálů v rozsahu kmitočtů 2,412-2,472 GHz. Celkem lze využít tři nepřekrývající se kanály. Volné pásmo 2,4 GHz využívá také řada dalších zařízení, jako například mobilní telefony, Bluetooth apod., které se při využití ve stejném prostoru mohou navzájem rušit. Pro zvýšení rychlosti se využívá způsob kódování v rámci DSSS na fyzické vrstvě, tzv. **doplňkové kódové klíčování** (CCK, Complementary Code Keying) spolu s QPSK. CCK mapuje čtyři bity na symbol a současně mírně zvyšuje symbolovou rychlost, díky čemuž se získá maximální rychlost na fyzické vrstvě 11 Mbit/s. (6)

Je potřeba si uvědomit, že pro všechny WLAN platí, že se přenosová rychlost mění v závislosti na růstu chybovosti fyzické vrstvy, vzdálenosti stanice od přístupového bodu, šířce pásma na uživatele nebo když signál musí putovat skrze stěny, či jiné překážky. Ve své práci budu pracovat s pásmem 2,4 GHz, mělo by tedy být snažší dosáhnout požadovaného pokrytí s dostatečnou rychlostí. (6)

IEEE 802.11g

Standard, který rozšiřuje IEEE 802.11b, vysílá ve stejném frekvenčním pásmu a je zpětně kompatibilní. Maximální rychlost je 54 Mbit/s odpovídající přenosům o rychlosti cca 25 Mbit/s. Vysílací výkon je snížen na 65 mW oproti 200 mW používaných u IEEE 802.11b. (15)

IEEE 802.11h

Tento standard doplňuje IEEE 802.11a. Řeší problémy s rušením od ostatních zařízení pracujících na frekvenčním pásmu 5 GHz, na kterém pracují například radary nebo satelitní systémy. Standard upravuje fyzickou vrstvu a podvrstvu MAC. Díky dynamickému výběru kanálů zlepšuje pokrytí jednotlivých kanálů. (15)

IEEE 802.11n

Cílem tohoto standardu je upravit fyzickou vrstvu a podvrstvu MAC tak, aby bylo možné dosáhnout reálných rychlostí přes 100 Mbit/s, maximální rychlost však může být až 600 Mbit/s. Vysoké rychlosti je dosaženo pomocí MIMO (multiple input multiple output) technologie, která využívá více vysílacích a přijímacích antén. (15)

802.11i/WPA

Rádiové sítě je možné snadno odposlouchávat, proto musí mít zabudované silné mechanismy, které zajišťují přístup pouze pro oprávněné uživatele (autentizací) a také zabezpečení samotné komunikace. (6)

WLAN mají integrovaný protokol WEP (Wired Equivalent Privacy). WEP používá pro šifrování a dešifrování stejný algoritmus i stejný klíč, jinými slovy používá symetrický postup šifrování. Autentizace v rámci WEP se považuje za velmi slabou, až nulovou. Šifrování přenášených dat ve WEP se provádí 64bitovým klíčem, který se skládá z klíče uživatelského a dynamicky se měnícího vektoru IV (Initialization Vector) v délce 24 bitů, nebo 128bitovým klíčem, kdy má sdílený klíč délku 104 bitů a vektor 24 bitů. IV se posílá v otevřené formě a mění se s každým paketem, takže pro každý jednotlivý paket ve WLAN je výsledné šifrování jedinečné. (6)

IEEE 802.1x

Protože WEP jako součást WLAN neposkytuje dostačující zabezpečení, musí se bezpečnost zajistit doplňkovými prostředky. Jedním z nich je 802.1x, což je obecný bezpečnostní rámec pro LAN, který zahrnuje silnou, vzájemnou autentizaci uživatelů, integritu zpráv a distribuci klíčů. Autentizují se nejen uživatel a autentizační server, ale také přístupový bod jako prostředník mezi nimi. Využívá se dynamické generování klíčů, na uživatele a pro relaci. Dynamické klíče zná pouze daná stanice a mají omezenou životnost, používají se k šifrování rámců na daném portu, dokud se stanice neodpojí nebo neodhlásí. (6)

802.1x je založený na autentizačním rámci EAP, který podporuje více autentizačních mechanismů. Mezi nejčastější metody autentizace používané EAP patří LEAP, PEAP nebo EAP-TTLS. V procesu autentizace podle 802.1x pracují vzájemně tři entity: žadatel,

autentizátor a autentizační server. Po úspěšné autentizaci následuje fáze managementu klíčů, kdy přístupový bod distribuuje šifrovací klíče autentizovaným stanicím. (6)

V 802.11i jsou obsaženy další zabezpečovací protokoly jako CBC-MAC, používající šifrování pomocí AES (Advanced Encryption Standard) a TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), který používá 128bitový klíč a také dynamické regenerování klíčů, kontrolu integrity zpráv, číslování paketů. (6)

2.9 Aktivní prvky sítě

Aktivní prvky jsou prvky aktivně ovlivňující dění v síti. Mezi činnosti aktivních prvků patří např. výběr trasy, kontrola správnosti paketů, do které sítě paket patří atd. Aktivní prvky můžeme rozřadit podle toho, na které vrstvě modelu ISO/OSI fungují:

- **Zesilovač, opakovač (repeater)** – Nejjednodušší aktivní prvek, který pouze zesiluje a opakuje signál, který jím prochází. Používá se na dlouhých trasách, kde jsou kabely dlouhé tak, že na jejich konci je signál slabý. (7)
- **Převodník (transceiver, media convertor)** – tento prvek nejenom zesiluje signál, ale také ho převádí z jednoho typu kabelu na jiný např. metalický kabel na optický. (7)
- **Rozbočovač (hub)** – Dnes je nahrazen přepínačem (switch), jeho funkcí je rozbočování signálu do všech svých portů a také zesílení rozbočeného signálu. (7)
- **Most (bridge)** – Most je starší zařízení, které má za úkol oddělit síťové segmenty do sítí a podsítí. Jeho funkcí je snížení zatížení sítě, za pomoci filtrace paketů, takže pakety neputují do síťového segmentu, do kterého nepatří. (7)

Přepínač (switch) – Switch je v podstatě most pro hvězdicovou topologii. Odděluje komunikační stanice od zbytku sítě a zabraňuje tak postupnému zahlcování sítě. (7)

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V této kapitole své bakalářské vycházím z analýzy současného stavu, teoretických východisek, a také požadavků investora. Kapitola se zabývá výběrem technologie a umístěním aktivních prvků a jejich nastavení, návrh tras vedení a jejich popisem, a na závěr také ekonomickým zhodnocením celého projektu, které však bude pouze orientační.

3.1 Návrh technologie

Při výběru technologie musíme dbát na to, aby jednotlivé prvky byly schopné pracovat ve frekvenčním pásmu 2,4 GHz, jak požaduje vedení nemocnice. Dalším kritériem je volba standardu IEEE 802.11. Pravděpodobně budeme volit takovou technologii, která zvládne pracovat s IEEE 802.11b/g/n.

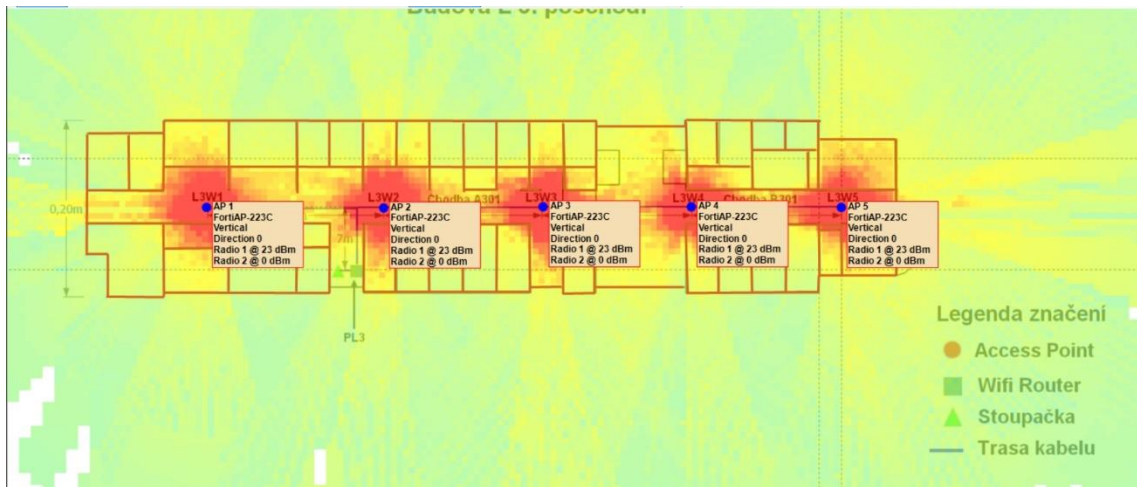
3.2 Návrh funkčnosti

Prvky, které využijeme v naší síti, by měly být schopné používat funkci roaming, díky čemuž uživatelé nebudou při přecházení mezi jednotlivými access pointy odpojováni a opětovně připojováni. Protože budeme mít síť o více prvcích, bude potřeba zajistit centrální správu sítě, která nám usnadní konfiguraci a kontrolu jednotlivých access pointů. Dále musí námi vybraná technologie umět pracovat s SSID, kterých bude vysílat více, protože se k naší síti budou připojovat klienti, zaměstnanci a pracovníci privátních sektorů. Abychom naši síť dostatečně zabezpečili, zvolíme takovou technologii, která je schopná využívat zabezpečení WPA2.

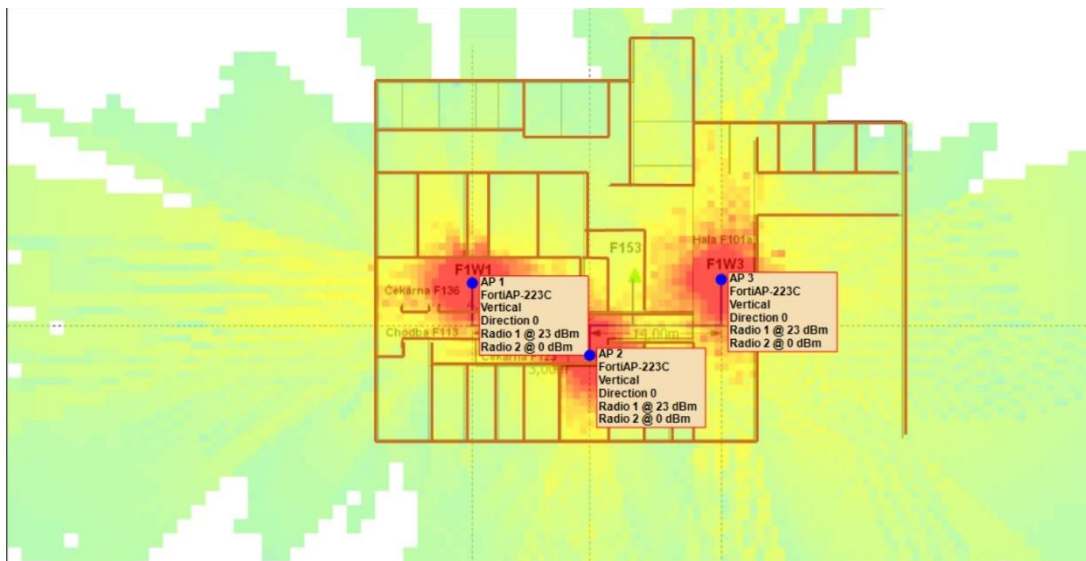
3.3 Umístění AP

Počet a rozmístění jednotlivých access pointů je kompromisem mezi zadáním a fyzickými možnostmi zvolených zařízení na pokrytí požadovaných částí budov nemocnice. Pomocí plánovacího softwaru FortiPlanner 2 jsem hledal nejvhodnější rozmístění pro optimální pokrytí budovy signálem (Obrázek 19, Obrázek 20, Obrázek 21). Předpokládaná síla signálu by v místech, na kterých vyžadujeme pokrytí, měla nabývat hodnot -30 dBm až -

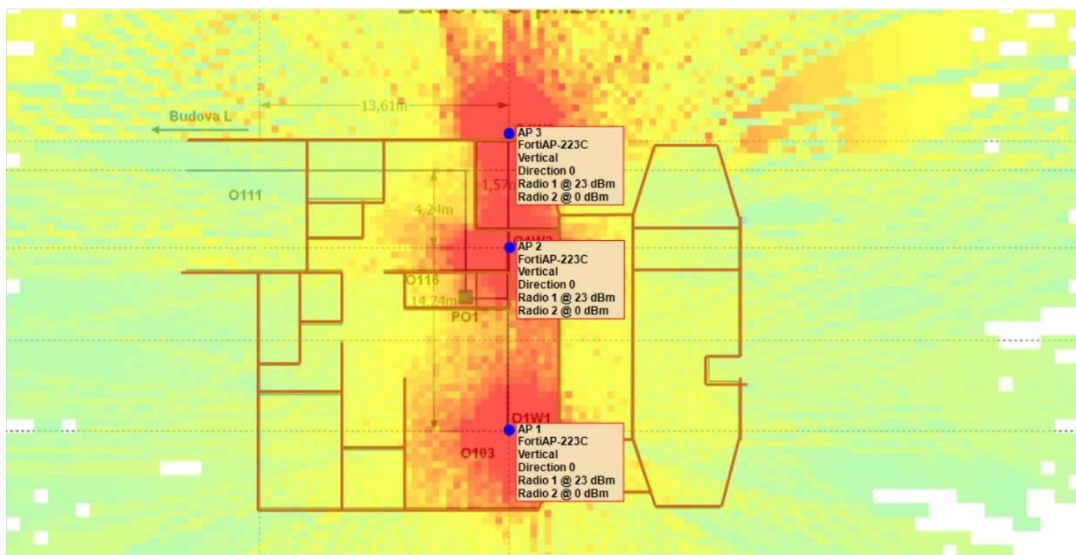
75 dBm, což je dostatečné na to, aby připojení uživatelé dosahovali přenosové rychlosti minimálně 11 Mbit/s. Vzhledem k podobnosti pater v jednotlivých budovách přikládám pouze ukázkové zobrazení jednoho z pater. Výsledné hodnoty se v dalších patrech neliší.



Obrázek 19: Pokrytí signálu v budově L
Zdroj: (Vlastní zpracování)



Obrázek 20: Pokrytí signálu v budově F
Zdroj: (vlastní zpracování)



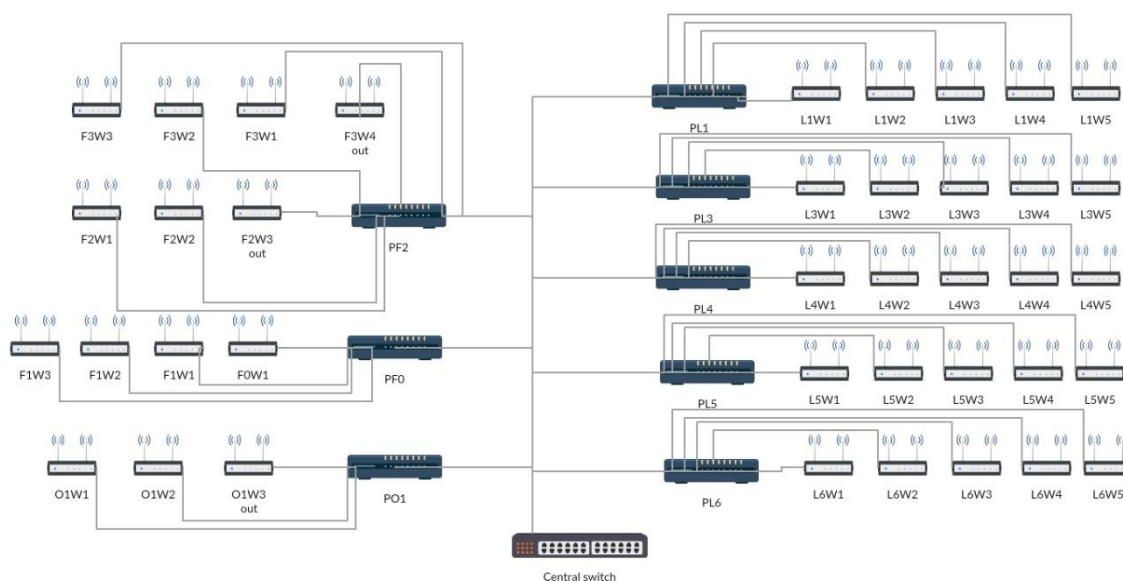
Obrázek 21: Pokrytí signálu v budově O
Zdroj: (Vlastní zpracování)

3.4 Návrh topologie

Vzhledem k tomu, že bude centrální switch umístěn v budově L v hlavním středisku výpočetní techniky nemocnice, vytvoříme páteřní sekci pomocí optických kabelů, kterými připojíme lokální switche, nacházející se v ostatních patrech a budovách.

Horizontální sekce (připojení jednotlivých access pointů k lokálním switchům) bude realizována pomocí metalických kabelů s konektory RJ45.

Jak páteřní, tak i horizontální sekce budou zapojeny do topologie hvězda.



Obrázek 22: Schéma zapojení sítě
Zdroj: (Vlastní zpracování)

3.5 Kabeláž

Propojení aktivních prvků vyžaduje jak kabely metalické, tak i optické. Vybral jsem kabely, které odpovídají náročnosti navržených tras a měly by tak zvládnout podmínky, které mohou nastat po celé délce jejich vedení. Pro metalickou kabeláž jsem zvolil UTP kabel kategorie 6 od výrobce Belden (Obrázek 23). Tento typ umožňuje šířku pásma až 250MHz, což je pro naše řešení dostačující. Typ vodiče je drát, protože se nepředpokládá budoucí manipulace se zařízeními, plášť je tvořen z LSZH/FRNC materiálů, které jsou pro umístění v nemocnici bezpečné.



Obrázek 23: UTP CAT6
Zdroj: (16)

Pro propojení centrálního switchu s optickým rozváděčem využijeme optické patchcordy G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1m (Obrázek 24). Součástí optického

rozdávěče je sada pigtailů SC/APC 9/125 2 m, G657A, těsná ochrana (Obrázek 25), na kterou bude navařen propoj mezi optickým rozváděčem a lokálním switchem, který bude realizován odolným optickým kabelem EZ-Bend 3,0 mm (Obrázek 26), zakončeným v univerzální optické zásuvce 3M 8686 (Obrázek 27), ze které povede zesílený pigtail s 4mm kabelem s vláknem ITU-T G.657.B2 (Obrázek 28), zakončený konektorem SC/APC. V optickém rozváděči i v univerzální optické zásuvce budou sváry chráněny predsmrštěnou ochranou svaru, 40mm, 2,5mm (Obrázek 29).



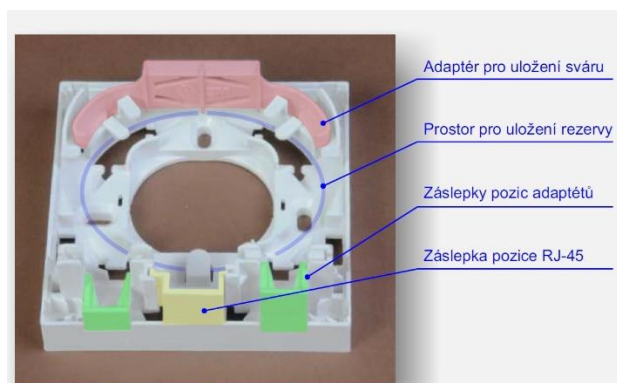
Obrázek 24: Patch cord, flexibilní vlákno G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1 m
Zdroj: (17)



Obrázek 25: Pigtail SC/APC 9/125 2m, G657A, těsná ochrana
Zdroj: (18)



Obrázek 26: Odolná optická šňůra EZ-Bend 3,0 mm
Zdroj: (19)



Obrázek 27: Univerzální zásuvka 3M 8686
Zdroj: (20)



Obrázek 28: Zesílený pigtail s kabelem, průměr 4 mm
Zdroj: (21)



Obrázek 29: Ochrana svaru, předsmrštěná, 40mm, 2,5mm
Zdroj: (22)

SFP modul

Vybrané aktivní prvky umožňují připojení pomocí optických kabelů, které musí být zakončeny způsobem odpovídajícím příslušnému portu, v našem případě je to SFP port. Optický kabel zakončený SC konektorem zasadíme do Maxlink SFP optický modul ML-S3155-20-SC (Obrázek 30), který pracuje s vlnovou délkou 1310/1550nm a umožňuje rychlost až 1 Gbps na vzdálenost 20 kilometrů.



Obrázek 30: Maxlink SFP optický modul ML-S3155-20-SC
Zdroj: (23)

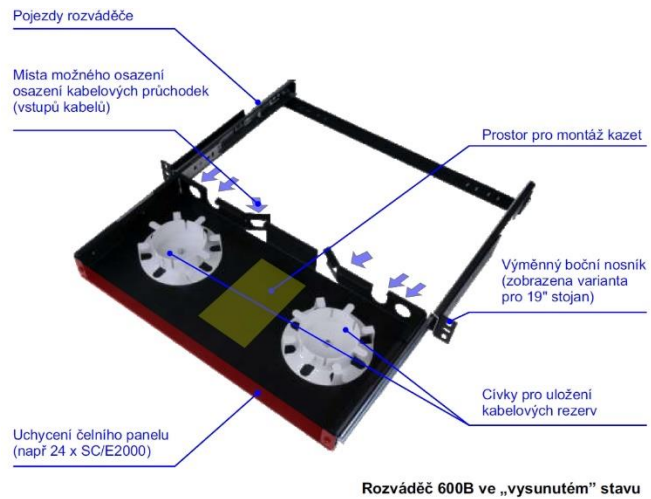
3.6 Návrh tras kabeláže

V této kapitole popíšeme návrh páteří a horizontálních sekcí včetně datových rozvaděčů, značení kabelů, konektorů, patchpanelů a zásuvek.

3.6.1 Datový rozvaděč

Původní rozvaděč je vysoký 48U a obsahuje stávající technologii vnitřní sítě nemocnice. Bude pouze doplněn o nový centrální switch (1U), optický rozvaděč (1U) (Obrázek 31) a vyvazovací panel (1U) (Obrázek 33). V nemocnici se nachází dieselaagregát, který zálohuje celý nemocniční komplex a v případě výpadku elektrické sítě se okamžitě spouští. Po dobu od výpadku sítě po naběhnutí záložního napájení z dieselaagregátu dodává zařízením v rozvaděči potřebnou energii lokální zdroj napětí (UPS). Tím je zabezpečen bezvýpadkový provoz sítě.

Lokální switche budou umístěny v podhledech včetně napájecích a datových zásuvek v datovém rozvaděči Rack GMC3204 (Obrázek 34), podle požadavků zadavatele. Současně v tomto racku bude umístěn i přepojovací panel DATACOM Patch panel 10" UTP 12 port CAT6 DUAL 1U BK (Obrázek 35). Díky tomu, že můžeme zvolený rozvaděč uzamknout, zabráníme tak neoprávněnému vniknutí nepověřených osob.



Obrázek 31: Optický rozváděč 600B
Zdroj: (24)



Obrázek 32: Kazeta 1AF1-16LG pro 16 samostatných svárů
Zdroj: (24)



Obrázek 33: Legrand vyvazovací panel 1U 5x kovové oko 45mm x 60mm
Zdroj: (25)



Obrázek 34: Rack GMC3204 4U, nástěnný skřínový rozvaděč
Zdroj: (26)



Obrázek 35: DATACOM Patch panel 10" UTP 12 port CAT6 DUAL 1U BK
Zdroj: (27)

3.6.2 Trasy páteřní sekce

Tato trasa bude realizována pomocí optických kabelů. Trasa začne u centrálního switchu a bude pokračovat přes optický rozvaděč do jednotlivých lokálních datových zásuvek. Aktivní prvky budou propojeny pomocí SFP modulů, propojení zásuvek a optického rozvaděče bude řešeno pomocí pigtailů. Centrální switch bude propojen s rozvaděčem pomocí patchcordů. Vzhledem ke skutečnosti, že nemocnice již disponuje datovou infrastrukturou, která je převážně umístěná v drátěných roštích, situovaných do podhledů

stropů a stoupacích šachet, můžeme tyto trasy pro převážnou většinu našich datových spojů využít. V ostatních případech bude fixace kabelu řešena využitím plastových lišt. K páteřním trasám jsem vytvořil kabelovou tabulku, ve které jsou označeny důležité části tras (Obrázek 41).

3.6.3 Trasy horizontálních sekcí

Horizontální sekce sítě je realizována pomocí metalických kabelů s konektory RJ45. Jedná se o propojení mezi lokálním switchem a příslušným access pointem. K vedení kabeláže opět využijeme stávající drátěné rošty. K propojení lokálního switchu s patchpanelem použijeme například Datacom 15892 Patch cord UTP CAT6 0,25m červený. Mezi access pointy a patchpanelem povedeme již výše zmíněný kabel UTP, který na koncích příslušně okonektorujeme, či zapojíme. Opět jsem vytvořil kabelovou tabulku, díky které se můžeme lépe orientovat v kabelových trasách (Obrázek 40).

Pro lepší orientaci v jednotlivých trasách jsem vytvořil jednoduché výkresy půdorysů s vyznačenými trasami a aktivními prvky pro každou budovu a patro zvlášť (Příloha č.2: Návrh kabelových tras v budově L, Příloha č. 3: Návrh kabelových tras v budově F, Příloha č. 4:Návrh kabelových tras v budově O).

3.6.4 Značení aktivních prvků a kabeláže

Jednotlivé značení aktivních prvků jsem vybral tak aby co nejlépe vystihovalo jejich zapojení a umístění. Konkrétní způsob značení aktivních prvků je uvedený v tabulce níže.

Tabulka 2: Značení aktivních prvků sítě

Zdroj: (Vlastní zpracování)

		P - přepínač (lokální switch)
SWITCH	PL1	L - označení budovy, ve které je umístěn
		1 - označení poschodí (1.np), ve kterém je umístěn (1.pp = 0)
	PL1a	a - v případě více zařízení na stejném patře je rozlišíme písmenem
	L5W2	L - označení budovy, ve které je umístěn
		5 - označení poschodí (5.np), ve kterém je umístěn (1.pp = 0)
WIFIAccess POINT		W - wifi access point
		2 - pořadové číslo v daném poschodí

Doporučuji jednotlivé konektory označit pomocí barev, podle jejich zapojení do portů dle následujícího schématu:

1. Port – bílá
2. Port – žlutá
3. Port – zelená
4. Port – modrá
5. Port – šedá
6. Port – červená
7. Port – černá
8. Port – bílá

3.7 Access Point

Při volbě konkrétních access pointů se zaměříme na několik specifických funkcí, které by měl každý access point umět. Vedení nemocnice trvá na využití frekvenčního pásma 2,4 GHz. Nicméně, vzhledem k vybavenosti mnoha mobilních zařízení i technologií pro pásmo 5 GHz, navrhuji zvolit zařízení, které bude schopné pracovat nejen se standardy 802.11b/g/n, ale i 802.11ac, a tím zachovat možnost v případě požadavku pásmo 5 GHz dodatečně využít. Pro optimální využití frekvenčního rozsahu je vhodné, aby byly AP schopny automaticky konfigurovat využívané kanály. A dále, pro efektivní servis celé sítě požadujeme schopnost takové součinnosti access pointů s centrálním switchem, abychom byli schopni jejich funkce řídit a nastavovat přímo tímto zařízením. V neposlední řadě je podmínkou funkce PoE, díky níž vyřešíme potíže s lokálním napájením.

AP (indoor)

Jako přístupový bod využiji model cAP ac od MikroTiku, který umožňuje napájení pomocí PoE a obsahuje 2 porty RJ45, kdy na druhém portu funguje také pasivní PoE. Tento model také podporuje dvoupásmové bezdrátové rádio a v případě potřeby může vysílat jak na frekvenčním pásmu 2,4 GHz tak i na 5 GHz. Vzhledem k rozmístění AP

v prostorách nemocnice by měl být jeden takový AP schopný pokrýt kruh s průměrem 20 metrů, což by mělo být naprosto dostačující (Obrázek 36).



Obrázek 36: Access Point cAP ac
Zdroj: (31)

AP (outdoor)

Protože se v našem návrhu objevují i přístupové body, které budou umístěné vně budov, musíme zvolit model AP takový, který odolá nepříznivým klimatickým podmínkám během celého roku. Dostačující bude model **wAP ac**, který umožňuje připojení přes 1 port podporující PoE a je určený pro ukotvení na zeď.



Obrázek 37: wAP ac
Zdroj: (28)

3.8 Aktivní prvky

U centrálního switche budeme požadovat možnost záložního WAN portu, jelikož nemocnice disponuje dvěma nezávislými konektivitami do internetu. Dále také musí umět konfigurovat VLAN, možnost udělat ze sebe centrálního manažera naší sítě. Požadujeme především funkce Wireless client roaming, WPA2, Virtual AP, RADIUS. Lokální switche musí podporovat PoE alespoň na 8 portech. Protože připojení k centrálnímu switchi je realizováno optikou, potřebujeme alespoň jeden optický port.

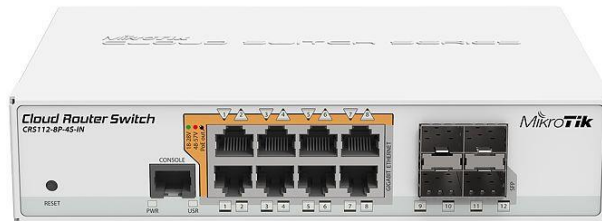
Switch

Jako hlavní switch, který bude umístěn v serverovně v budově L na 5. podlaží, jsem zvolil model CCR1016-12S-1S+. Tento model tvoří 1 SFP+ port a 12 SFP portů, které budou sloužit k připojení lokálních switchů, na které budou připojena jednotlivá AP (Obrázek 38).



Obrázek 38: Switch CCR1016-12S-1S+
Zdroj: (29)

Jako lokální switche, které budou sloužit k připojení přístupových bodů jsem zvolil model CRS112-8P-4S-IN který obsahuje 8 Gigabit RJ45 portů umožňujících PoE připojení. Model dále obsahuje 4 SFP porty, pomocí kterých bude připojen k hlavnímu switchi (Obrázek 39).



Obrázek 39: Switch CRS112-8P-4S-IN
Zdroj: (30)

3.9 Nastavení aktivních prvků

Protože tento projekt obsahuje mnoho aktivních prvků, a především velký počet přípojných míst, navrhuji využít nastavení pomocí funkce CAPsMAN (Controlled Access Point system Manager), kterou umožňuje technologie MikroTik. Díky této funkci můžeme nastavit centrální switch jako manažera všech access pointů v síti, které si veškerou konfiguraci stáhnou přímo od něj. V praxi to znamená, že stačí access point nastavit na CAP mód, a další konfiguraci už můžeme provádět pouze na centrálním switchi. Vzhledem k tomu, že naši síť budou využívat zaměstnanci, pacienti a privátní sektor, budeme muset na CAP manažerovi nastavit virtuální sítě, které budou využívat zabezpečení pomocí hesla. Abychom mohli aktivní prvky jednoduše nastavit, musíme si nejprve ze stránek výrobce stáhnout software Winbox, který nám konfiguraci jednotlivých prvků umožní. Pro lepší pochopení konkrétního nastavení jsem zpracoval jednoduchý návod, ve kterém popisují, jak nastavit jednotlivým prvkům jejich roli.

Centrální switch (CAPsMAN)

Po spuštění programu Winbox se nám zobrazí okno, ve kterém vidíme zařízení v síti. Některá zařízení jsou již od výrobce nakonfigurována k určitému účelu, pokud se však setkáme s nenakonfigurovaným přístrojem, musíme si jej prvně sami nastavit. V menu na levé straně rozklikneme záložku IP → DHCP Client a stiskneme modré plus, tím se nám otevře nastavení nového DHCP klienta. Do kolonky interface zadáme označení portu, do kterého je zapojený přívod od poskytovatele a switch tak automaticky získá IP adresu. Poté musíme vytvořit bridge, do kterého si postupně přidáme porty, které budeme chtít využívat. Následně musíme námi vytvořenému bridge nastavit IP adresu, kterou bude využívat v naší síti. Po nastavení IP adresy bridge si vytvoříme IP pool, který bude sloužit jako zdroj IP adres pro budoucí připojená zařízení. Poslední věc, která nám zbývá k úspěšnému nakonfigurování routeru, je vytvoření a nastavení DHCP serveru, který bude přidělovat adresy z námi vytvořeného IP poolu. (Příloha č. 6: Nastavení centrálního switchu)

Nyní, když máme nastavený náš centrální switch tak, aby zařízení připojená na jeho porty mohla využívat internetového připojení, nastavíme si CAPs manažera. Po rozkliknutí záložky CAPsMAN v levém menu, na kartě **Configurations** přidáváme a konfiguruje pomocí tlačítka označeného modrým plus námi zvolené tři wifi sítě. Pro každou z nich vyplníme v záložce Wireless jednotlivé položky: Name, Mode, SSID, Country. Potom se přesuneme na záložku Datapath, kde zvolíme námi vytvořený bridge a přiřadíme VLAN Mode a VLAN ID. Nakonec na záložce Security vybereme typ zabezpečení a nadefinujeme heslo. Ostatní můžeme nechat v defaultním nastavení. Na kartě **Provisioning** nastavujeme, které z vytvořených konfigurací budou aplikovány na access pointy. Na kartě CAP interface už jen povolíme funkce CAPs Manažera a vytvoříme vazbu mezi access pointy a vytvořeným rozhraním bridge.

Nyní je potřeba vytvořit rozhraní jednotlivých virtuálních sítí, ke kterému přejdeme přes záložku Interface v levém menu. Na něm vytvoříme a nakonfiguruje jednotlivé VLANy standardním způsobem pomocí tlačítka s modrým plus.

Následuje nastavení rozsahu IP adres pro jednotlivé virtuální sítě, přes záložku IP → Pool. Na záložce IP → DHCP vytvoříme pro jednotlivé VLANy DHCP servery a přiřadíme jim rozsahy IP adres vytvořené v předchozím kroku. (Příloha č. 7: Nastavení CAPsMAN)

Lokální Switch

Při nastavování tohoto prvku pouze vytvoříme bridge, u kterého povolíme funkci VLAN filtering a přidělíme mu porty, které budou využívat připojené access pointy.

CAPs

Po připojení k příslušnému AP pomocí Winboxu se můžeme ihned pustit do nastavení CAP, abychom mohli využít funkci CAPsMAN. Opět si rozklikneme záložku Bridge v levém menu a pomocí modrého plus přidáme bridge. Následně mu přidělíme port, který je připojen ke CAPs Manažerovi (centrálnímu switchi).

V záložce DHCP Client zvolíme jako interface dříve nově vytvořený bridge a získáme tak IP adresu od centrálního switchu.

V záložce Wireless rozklikneme tlačítko CAP, kde povolíme funkci CAP, zvolíme rozhraní a stiskneme OK.

Zařízení si od CAPs manažera stáhne konfiguraci, kterou jsme nastavili dříve. Access point nyní poskytuje internetové připojení pomocí tří virtuálních sítí, které jsme nastavili na centrálním switchi. (Příloha č. 8: Nastavení CAPs)

Takto nastavené aktivní prvky a access pointy nám umožní z centrálního switchu nastavit a servisovat celou síť, aniž bychom se museli jednotlivě připojovat do lokálních switchů nebo access pointů. VLAN, která je vytvořena pro hosty nemocnice, zůstane bez zabezpečení, zbývající dvě sítě budou zabezpečeny heslem. SSID a IP pooly jednotlivých virtuálních sítí by mohli vypadat například takhle:

- SSID: Nemocnice_Free, IP pool: 10.0.1.10 – 10.0.3.200
- SSID: Nemocnice_Zam, IP pool: 10.0.10.1 – 10.0.11.50
- SSID: Nemocnice_Private, IP pool: 10.0.20.1 – 10.0.20.255

Konkrétní nastavení aktivních prvků řeší dodavatel na základě smluvních podmínek a svých vlastních vnitřních pravidel tak, aby byl schopný zajistit neustálý management služeb, které tato síť poskytuje. Jedná se o nastavení způsobu zabezpečení jednotlivých

virtuálních sítí, DHCP serverů, DNS serverů, SSID, roamingu, vysílacích kanálů a frekvencí a dalších funkcí, které bude vedení nemocnice požadovat.

3.10 Ekonomické zhodnocení

Uvedené částky jsou pouze orientační a mohou se během realizace projektu změnit. Ceny jednotlivých produktů jsou uvedeny bez DPH, částka za realizaci celého projektu byla konzultována s investorem.

Tabulka 3: Tabulka nákladů

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Název	Počet	Cena/ks	Cena celkem
MikroTik cAP ac	36 ks	1 249 Kč	44 964 Kč
MikroTik wAP ac	3 ks	1 688 Kč	5 064 Kč
MikroTik CRS112-8P-4S-IN	8 ks	4 138 Kč	33 104 Kč
MikroTik CCR1016-12S-1S+	1 ks	15 599 Kč	15 599 Kč
SFP optický modul	16 ks	369 Kč	5 904 Kč
Pigtail SC/APC 9/125, G657A, těsná ochrana	8 ks	45 Kč	360 Kč
Patchcord G.657.B3 9/125, SC/APC-SC/APC, 1m	8 ks	45 Kč	360 Kč
Optický kabel EZ-Bend 3,0 mm	921 m	15 Kč	13 815 Kč
Univerzální zásuvka 3M 8686	8ks	100 Kč	800 Kč
Zesílený pigtail ITU-T G.657.B2	8ks	35 Kč	280 Kč
Ochrana svaru, předsmrštěná	16ks	5 Kč	80 Kč
UTP Cat.6 - 4x2xAWG23 - drát - NH	1210ks	9 Kč	10 890 Kč
Rack GMC3204	8ks	1 245 Kč	9 960 Kč
DATAKOM Patch panel 10" UTP 12 port CAT6 DUAL 1U BK	8ks	639 Kč	5 112 Kč
DATAKOM Patch cord UTP CAT6 0,25m	8ks	17 Kč	136 Kč
Cena za instalaci	240 h	400 Kč	96 000 Kč
Cena celkem			242 428 Kč

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat návrh pro realizaci nové wifi sítě v nemocničním komplexu. Zpracovaný projekt slouží jako podklad pro instalaci jednotlivých kabelových tras a základní nastavení aktivních prvků.

Na základě prvotní analýzy a teoretických východisek jsem se snažil navrhnout síť, která splňuje zadání investora, jak po stránce technologické, tak i po stránce ekonomické, a přitom umožní nenáročným způsobem její inovaci nebo rozšíření.

Rozhodl jsem se pro technologii MikroTik s operačním systémem RouterOS, který umožňuje vysokou variabilitu konfigurace jednotlivých aktivních prvků.

Zapojení aktivních prvků jsem zvolil do topologie hvězda s ohledem na co největší možnou datovou propustnost, a tím i velkou využitelnost kabeláže v budoucnu.

Detailní konfigurace aktivních prvků bude vytvořena dodavatelem na základě smluvních podmínek s investorem. Uvádím pouze základní konfiguraci aktivních prvků tak, aby realizovaná síť fungovala podle základních podmínek investora.

Na závěr jsem celý projekt ekonomicky zhodnotil. Vzhledem k neomezenému rozpočtu investora jsem volil takové prvky a materiály, které nebudou zbytečně předražené a zároveň budou vyhovovat povaze naší sítě.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) O společnosti - itself s.r.o. *Internet a telekomunikace - itself s.r.o.* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.itself.cz/cs/o-spolecnosti>
- (2) O nemocnici. *Nemocnice Ivančice, příspěvková organizace* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://www.nspiv.cz/o-nemocnici-ivancice/o-nemocnici.htm>
- (3) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (4) TRULOVE, James. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení*. Praha: Grada, 2009. Profesionál. ISBN 978-80-247-2098-2.
- (5) Topologie sítí. *Banan.cz webhosting blog* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://blog.banan.cz/Internet/Topologie-siti>
- (6) PUŽMANOVÁ, Rita. *Širokopásmový Internet: přístupové a domácí sítě*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0139-8.
- (7) HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3.
- (8) Referenční model ISO/OSI. *EArchiv.cz* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.earchiv.cz/anovinky/ai1552.php3>
- (9) SOSINSKY, Barrie A. *Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.
- (10) Sítový model TCP/IP. *EArchiv.cz* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.earchiv.cz/a92/a231c110.php3>
- (11) PoE Types: What They Mean and How They're Used. *Signal Transmission, Connectivity, & Networking Products - Belden* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07].

- Dostupné z: <https://www.belden.com/blog/smart-building/poe-types-what-they-mean-and-how-they-re-used>
- (12 Strukturované síť. *Datacable* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z:
) <http://www.datacable.cz/strukturovane-site>
- (13 Optoelektronika. *Střední škola, Havířov-Šumbark, Sýkorova 1/613, příspěvková organizace elektrotechnika & strojírenství* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z:
) https://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/ea/optoelektronika.pdf
- (14 Single-mode Fiber vs. Multimode Fiber: Which to Choose?. *Fiber Optic Network Products - Share various fiber optic network accessories* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://www.fiberopticshare.com/single-mode-fiber-vs-multimode-fiber-choose-2.html>
- (15 IEEE 802.11. *Wi-Fi Wireless LAN* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z:
) <http://wi-fi.unas.cz/ieee-802-11.php>
- (16 UTP Cat.6 - 4x2xAWG23 - drát - NH - box 305m. *KASSEX s.r.o. Belden - Hirschmann - Panduit Distributor* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z:
) <https://www.kassex.cz/produkt/7965ENH.U0305>
- (17 Patch cord, flexibilní vlákno G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1m, bílý. *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové síť*. [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.ma-fia.cz/opticky-simplexni-patchcord-s-flexi-vlaknem-g-657-b3-alternativa-ez-bend-ftth-aplikace-p14574/#gallery>
- (18 Pigtail SC/APC 9/125 2m, G657A, těsná ochrana. *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové síť*. [online]. b.r. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z:
) <https://www.ma-fia.cz/pigtail-sc-apc-9-125-2m-g657a-tesna-ochrana-p8190/#gallery>
- (19 Odolná optická šňůra EZ-Bend 3,0 mm. *OFA inovace optických sítí* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/21_1_2_12-o-03-ezbend-30-cz.pdf

- (20 Univerzální zásuvka 3M 8686. *OFA inovace optických sítí* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/127_1_2_06-m-09-zasuvka-8686.pdf
- (21 Zesílený pigtail s kabelem průměr 4 mm. *OFA inovace optických sítí* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/219_1_2_07-1-02-pigtaily-4mm.pdf
- (22 Ochrana svaru, předsmrštěná, 40mm, 2,5mm. *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové sítě.* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.ma-fia.cz/ochrana-svaru-predsmrstena-40mm-2-5mm-p498/#gallery>
- (23 MaxLink SFP optický modul, Cisco kompatibilní. *CZC.cz - rozumíme vám i elektronice* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://www.czc.cz/maxlink-sfp-opticky-modul-cisco-kompatibilni_9/242080/produkt
- (24 Optické rozváděče 600B2, 600B3. *OFA inovace optických sítí* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/53_1_2_06-o-02-600b.pdf
- (25 Legrand vyvazovací panel 1U 5x kovové oko 45mm x 60mm. *Ma-Fia s.r.o., Specializovaný obchod s materiálem pro datové sítě.* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.ma-fia.cz/legrand-vyvazovaci-panel-1u-5x-kovove-oko-45mm-x-60mm-p25363/#gallery>
- (26 Rack GMC3204. *T.S.BOHEMIA - Váš rodinný elektromarket* [online]. b.r. [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: https://www.tsbohemia.cz/rack-gmc3204_d136387.html
- (27 DATACOM Patch panel 10" UTP 12 port CAT6 DUAL 1U BK. *T.S.BOHEMIA - Váš rodinný elektromarket* [online]. b.r. [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: https://www.tsbohemia.cz/datacom-patch-panel-10-utp-12-port-cat6-dual-1u-bk-_d156588.html?utm_source=google&utm_medium=srovnac&gclid=CjwKCAjwTmBRBqEiwAb6c_7ZzhEkIIzrpd4BGLLhocN8FtgFDjqLaAgSfM9h9XhRaG_O4gk2SMRoCmekQAvD_BwE

- (28 WAP ac. *MikroTik Routers and Wireless* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://mikrotik.com/product/RBwAPG-5HacT2HnD#fndtn-specifications>
- (29 MikroTik Routers and Wireless - Products: CCR1016-12S-1S+. *MikroTik Routers and Wireless* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://mikrotik.com/product/CCR1016-12S-1Splus#fndtn-gallery>
- (30 MikroTik Routers and Wireless - Products: CRS112-8P-4S-IN. *MikroTik Routers and Wireless* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://mikrotik.com/product/crs112_8p_4s_in#fndtn-gallery
- (31 MikroTik Routers and Wireless - Products: cAP ac. *MikroTik Routers and Wireless* [online]. b.r. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://mikrotik.com/product/cap_ac
- (32 Patchcordy, pigtaily, adaptéry. *OFA Inovace optických sítí* [online]. b.r. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: https://www.ofacom.cz/catalogs/95_1_2_07-1-01-patchcord-pigtail-etc.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

WiFi – Wireless Fidelity

AP – Access Point

PoE – Power over Ethernet

LAN – Local Area Network

MAN – Metropolitan Area Network

WAN – Wide Area Network

TCP – Transmission Control Protocol

UDP – User Datagram Protocol

IP – Internet Protocol

FTP – File Transfer Protocol

DNS – Domain Name System

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

Telnet – Teletype Network

CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

UTP – Unshielded Twisted Pair

STP – Shielded Twisted Pair

FTP – Foiled Twisted Pair

WLAN – Wireless Local Area Network

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

MAC – Media Access Control

DCF – Distributed Coordination Function

PCF – Point Coordination Function

DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum

FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum

QPSK – Quadrature Phase-Shift Keying

CCK – Complementary Code Keying

MIMO – Multiple-Input Multiple-Output

WEP – Wired Equivalet Privacy

AES – Advanced Encryption Standard

TKIP – Temporal Key Integrity Protocol

SFP – Small form-factor Pluggable

LSZH/FRNC – Low Smoke Zero Halogen / Flame Retardant Non Corrosive

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

VLAN – Virtual Local Area Network

SEZNAM GRAFŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: 1.PP budova F (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	16
Obrázek 2: 1. NP budova F (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	17
Obrázek 3: 2.NP budova F (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	18
Obrázek 4: 3. NP budova F (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	19
Obrázek 5: 1. NP budova L (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	20
Obrázek 6: 3. NP budova L (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	20
Obrázek 7: 5. NP budova L Zdroj: (projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	21
Obrázek 8: 6. NP budova L (Zdroj: Projektová dokumentace + vlastní zpracování).....	21
Obrázek 9: Topologie BUS Zdroj: (5).....	24
Obrázek 10: Topologie RING Zdroj: (5).....	25
Obrázek 11: Topologie STAR Zdroj: (5).....	25
Obrázek 12: Referenční model ISO/OSI Zdroj: (8).....	26
Obrázek 13: Srovnání TCP/IP s ISO/OSI Zdroj: (10).....	29
Obrázek 14: Řez optickým kabelem Zdroj: (13).....	37
Obrázek 15: Mnohovidová jádra Zdroj: (14).....	38
Obrázek 16: Jednovidové jádro Zdroj: (14).....	38
Obrázek 17: Porovnání WLAN Zdroj: (6).....	40
Obrázek 18: Vrstvová architektura WLAN Zdroj: (6).....	41
Obrázek 19: Pokrytí signálu v budově L Zdroj: (Vlastní zpracování).....	47
Obrázek 20: Pokrytí signálu v budově F Zdroj: (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 21: Pokrytí signálu v budově O Zdroj: (Vlastní zpracování).....	48
Obrázek 22: Schéma zapojení sítě Zdroj: (Vlastní zpracování).....	49
Obrázek 23: UTP CAT6 Zdroj: (16).....	49
Obrázek 24: Patch cord, flexibilní vlákno G.657.B3. 9/125, SC/APC-SC/APC, simplex, 1 m Zdroj: (17).....	50
Obrázek 25: Pigtail SC/APC 9/125 2m, G657A, těsná ochrana Zdroj: (18).....	50
Obrázek 26: Odolná optická šňůra EZ-Bend 3,0 mm Zdroj: (19).....	50

Obrázek 27: Univerzální zásuvka 3M 8686 Zdroj: (20).....	51
Obrázek 28: Zesílený pigtail s kabelem, průměr 4 mm Zdroj: (21)	51
Obrázek 29: Ochrana svaru, předsmrštěná, 40mm, 2,5mm Zdroj: (22)	51
Obrázek 30: Maxlink SFP optický modul ML-S3155-20-SC Zdroj: (23).....	52
Obrázek 31: Optický rozváděč 600B Zdroj: (24)	53
Obrázek 32: Kazeta 1AF1-16LG pro 16 samostatných svárů Zdroj: (24)	53
Obrázek 33: Legrand vyvazovací panel 1U 5x kovové oko 45mm x 60mm Zdroj: (25)53	
Obrázek 34: Rack GMC3204 4U, nástěnný skříňový rozváděč Zdroj: (26)	54
Obrázek 35: DATACOM Patch panel 10" UTP 12 port CAT6 DUAL 1U BK Zdroj: (27)	
.....	54
Obrázek 36: Access Point cAP ac Zdroj: (31)	57
Obrázek 37: wAP ac Zdroj: (28).....	57
Obrázek 38: Switch CCR1016-12S-1S+ Zdroj: (29).....	58
Obrázek 39: Switch CRS112-8P-4S-IN Zdroj: (30).....	59
Obrázek 40: Kabelová tabulka horizontální sekce	81
Obrázek 41: Kabelová tabulka páteřní sekce.....	81

SEZNAM TABULEK

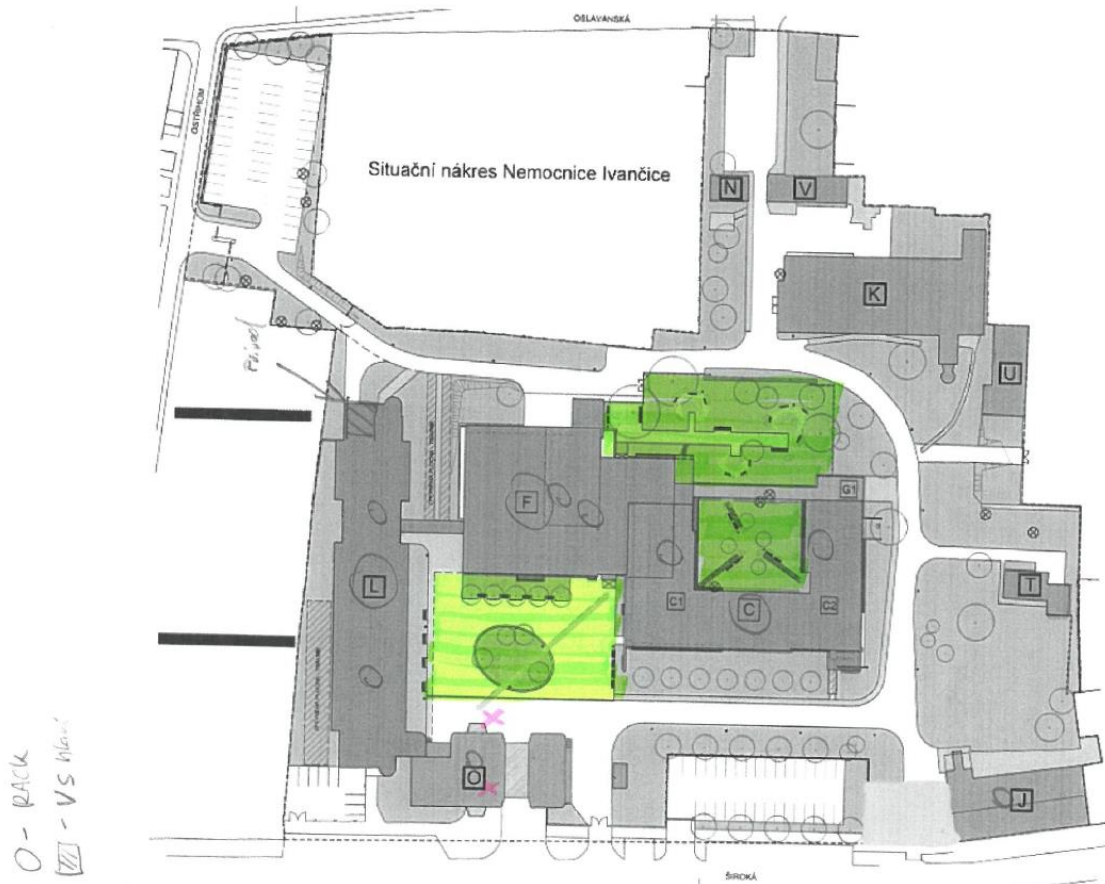
Tabulka 1: Tabulka kategorií Zdroj: (12)	36
Tabulka 2: Značení aktivních prvků sítě Zdroj: (Vlastní zpracování).....	55
Tabulka 3: Tabulka nákladů	62

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1: Nákres nemocničního komplexu	75
Příloha č.2: Návrh kabelových tras v budově L.....	76
Příloha č. 3: Návrh kabelových tras v budově F.....	78
Příloha č. 4:Návrh kabelových tras v budově O	80
Příloha č. 5: Kabelové tabulky.....	81
Příloha č. 6: Nastavení centrálního switche.....	82
Příloha č. 7: Nastavení CAPsMAN	86
Příloha č. 8: Nastavení CAPs.....	91

Příloha č.1: Náskres nemocničního komplexu

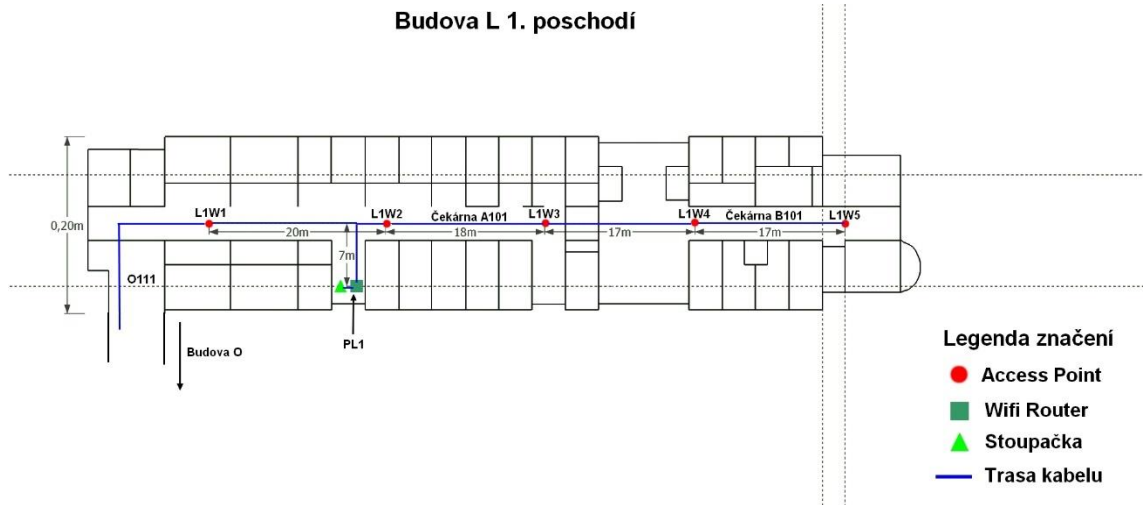
Zdroj:(Projektová dokumentace)



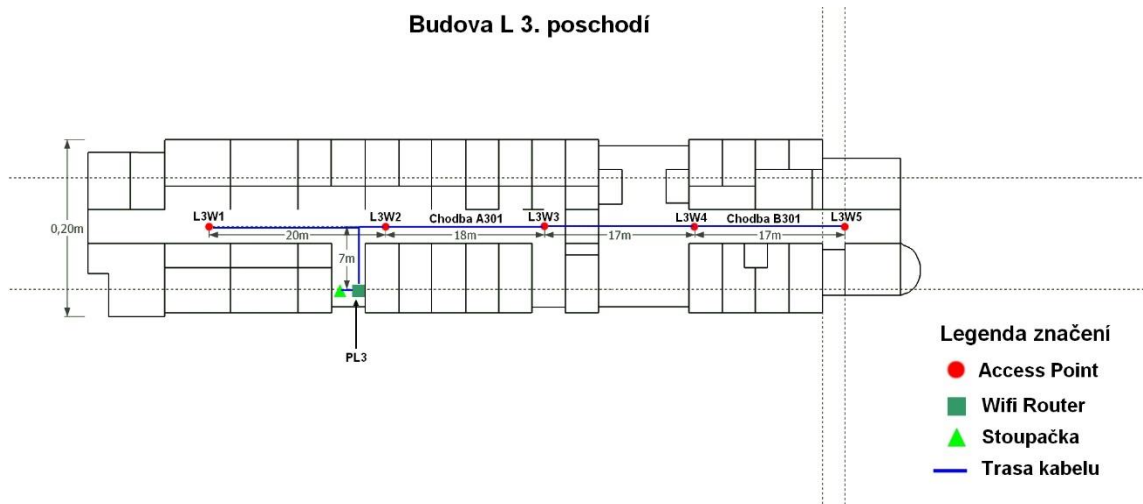
Příloha č.2: Návrh kabelových tras v budově L

Zdroj:(Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

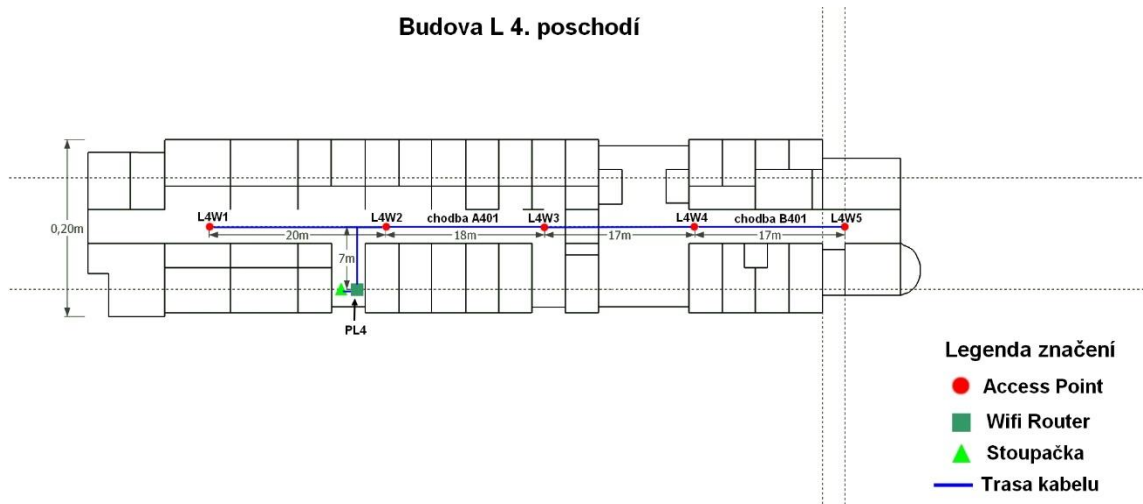
Budova L 1. poschodí



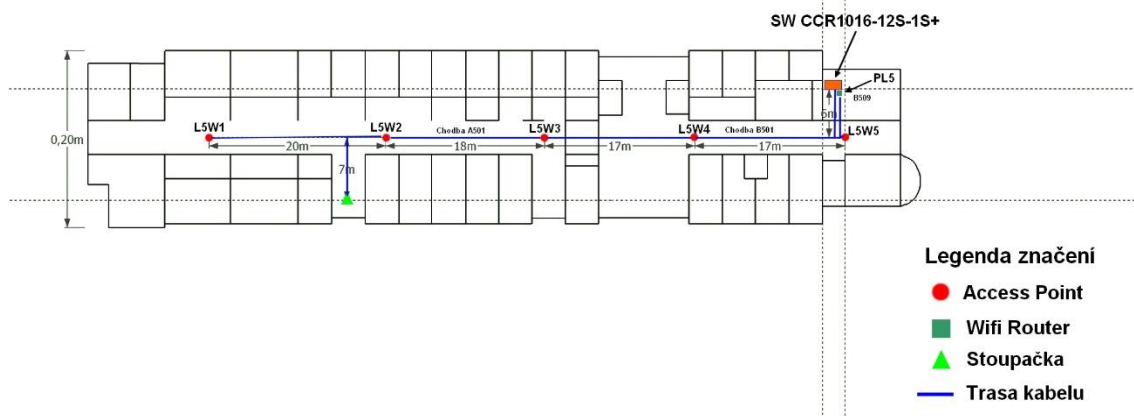
Budova L 3. poschodí



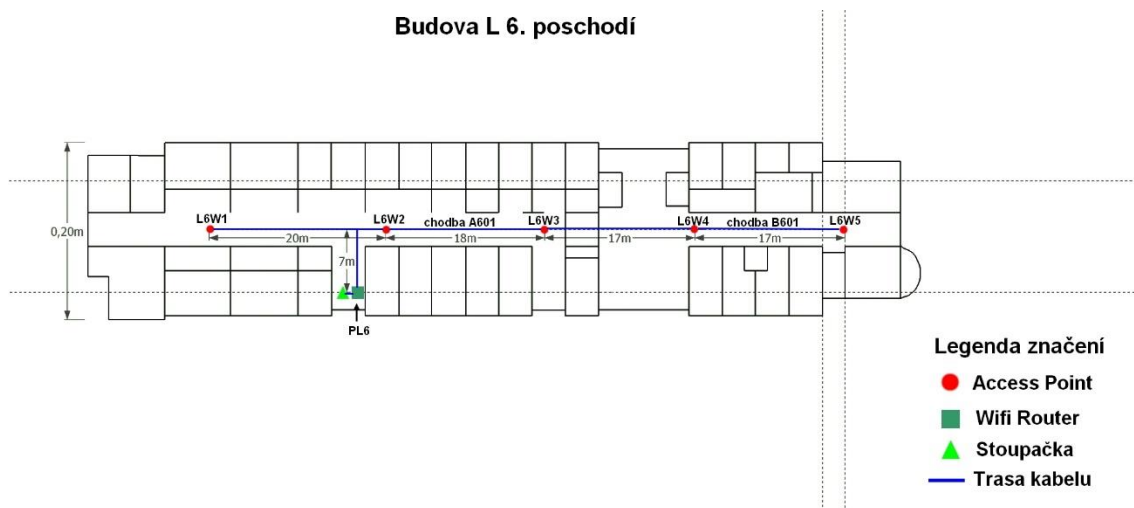
Budova L 4. poschodí



Budova L 5. poschodí



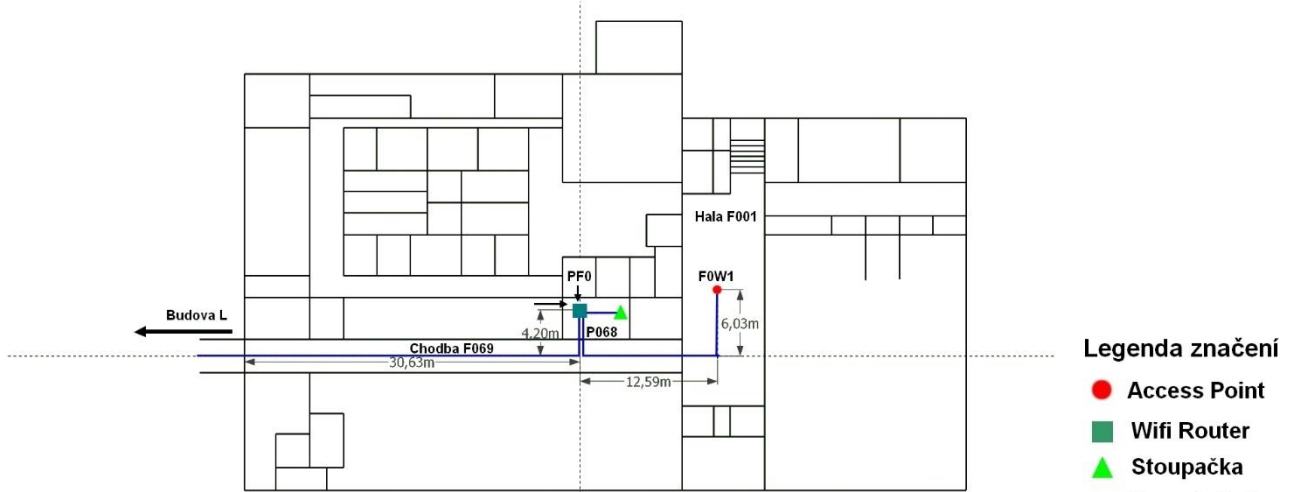
Budova L 6. poschodí



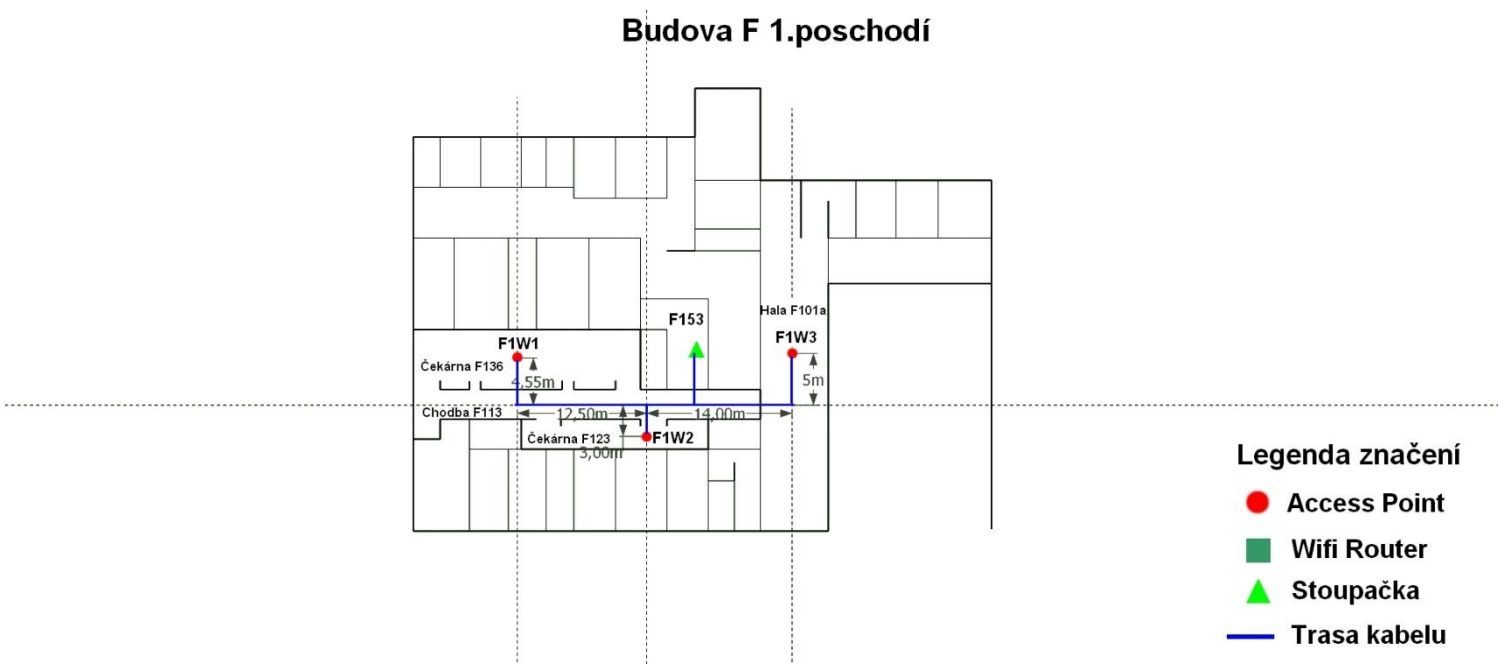
Příloha č. 3: Návrh kabelových tras v budově F

Zdroj:(Projektová dokumentace + vlastní zpracování)

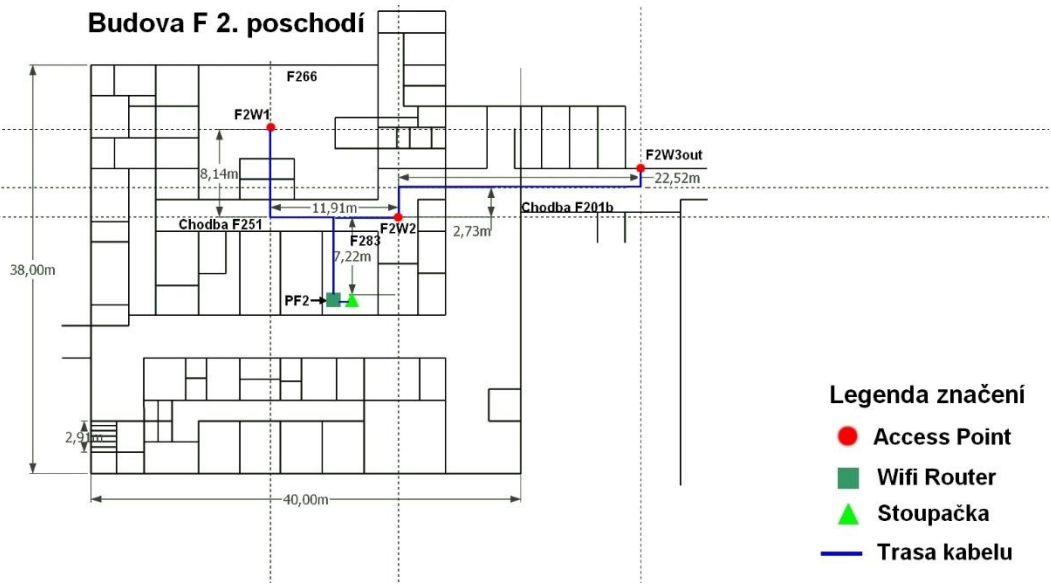
Budova F přízemí



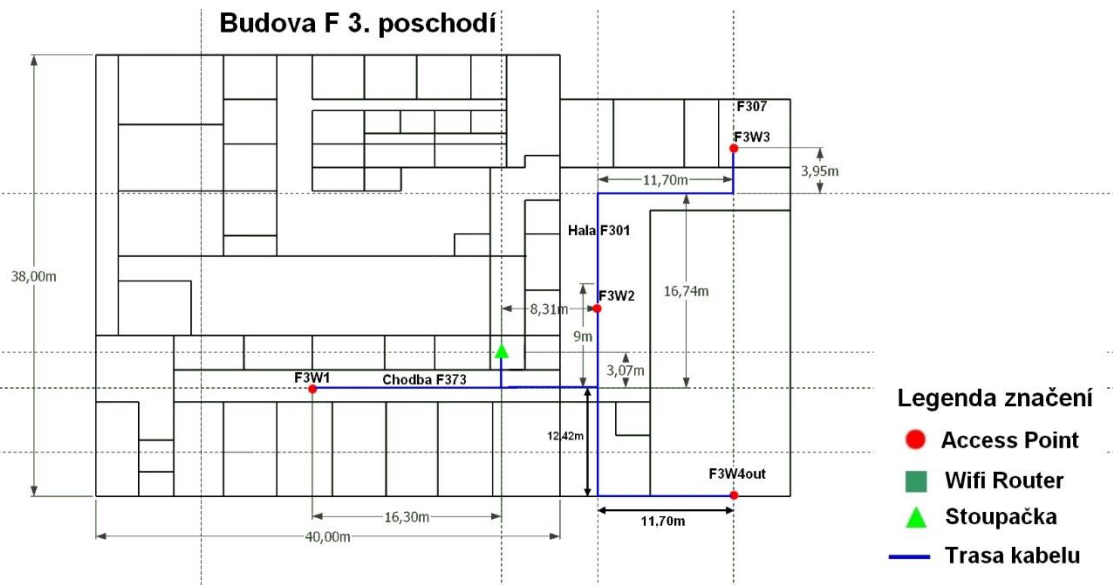
Budova F 1.poschodí



Budova F 2. poschodí

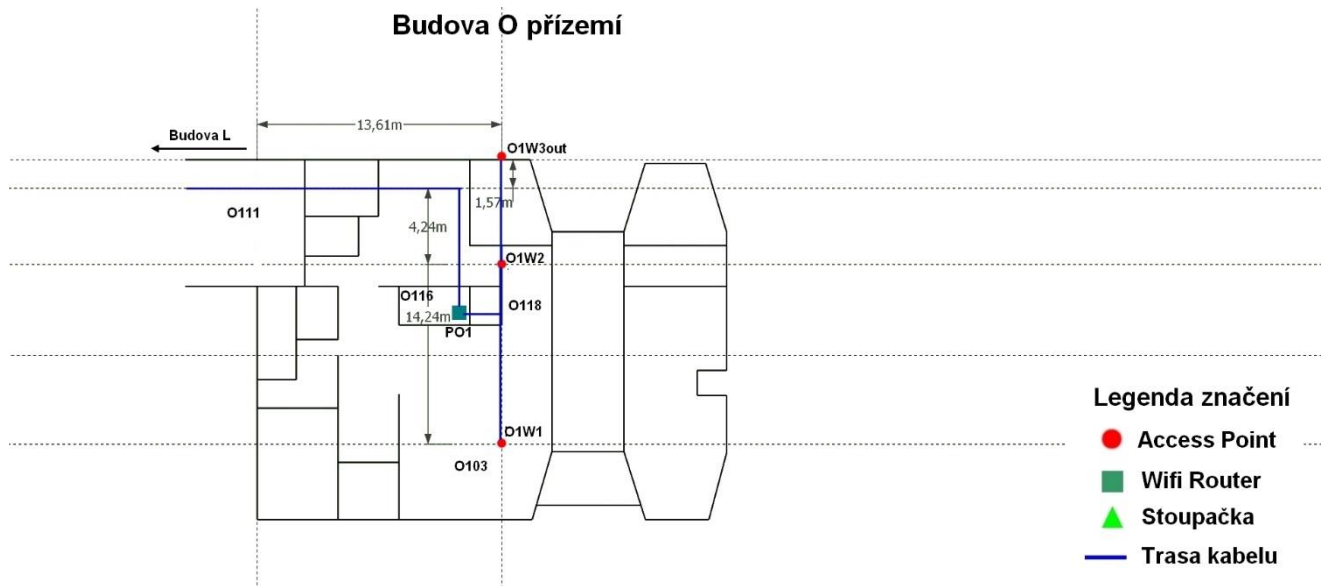


Budova F 3. poschodí



Příloha č. 4: Návrh kabelových tras v budově O

Zdroj: (Projektová dokumentace + vlastní zpracování)



Příloha č. 5: Kabelové tabulky

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Lokální switch				Patchpanel		Kabel			Access Point		
Označení SW	Číslo portu	Označení portu	Místnost	Číslo portu	Označení portu	Typ kabelu	Délka	Konektor	Označení AP	Číslo portu	Označení portu
PL1	1	PL-1/PP-1	A101	1	PL-1/1	Metalický	27 m	RJ45	L1W1	1	L1/W1
PL1	2	PL-1/PP-2	A101	2	PL-1/2	Metalický	10 m	RJ45	L1W2	1	L1/W2
PL1	3	PL-1/PP-3	A101	3	PL-1/3	Metalický	27 m	RJ45	L1W3	1	L1/W3
PL1	4	PL-1/PP-4	B101	4	PL-1/4	Metalický	45 m	RJ45	L1W4	1	L1/W4
PL1	5	PL-1/PP-5	B101	5	PL-1/5	Metalický	60 m	RJ45	L1W5	1	L1/W5
PL3	1	PL-1/PP-1	A301	1	PL-3/1	Metalický	27 m	RJ45	L3W1	1	L3/W1
PL3	2	PL-1/PP-2	A301	2	PL-3/2	Metalický	10 m	RJ45	L3W2	1	L3/W2
PL3	3	PL-1/PP-3	A301	3	PL-3/3	Metalický	27 m	RJ45	L3W3	1	L3/W3
PL3	4	PL-1/PP-4	B301	4	PL-3/4	Metalický	45 m	RJ45	L3W4	1	L3/W4
PL3	5	PL-1/PP-5	B301	5	PL-3/5	Metalický	60 m	RJ45	L3W5	1	L3/W5
PL4	1	PL-1/PP-1	A401	1	PL-4/1	Metalický	27 m	RJ45	L4W1	1	L4/W1
PL4	2	PL-1/PP-2	A401	2	PL-4/2	Metalický	10 m	RJ45	L4W2	1	L4/W2
PL4	3	PL-1/PP-3	A401	3	PL-4/3	Metalický	27 m	RJ45	L4W3	1	L4/W3
PL4	4	PL-1/PP-4	B401	4	PL-4/4	Metalický	45 m	RJ45	L4W4	1	L4/W4
PL4	5	PL-1/PP-5	B401	5	PL-4/5	Metalický	60 m	RJ45	L4W5	1	L4/W5
PL5	1	PL-1/PP-1	A501	1	PL-5/1	Metalický	77 m	RJ45	L5W1	1	L5/W1
PL5	2	PL-1/PP-2	A501	2	PL-5/2	Metalický	57 m	RJ45	L5W2	1	L5/W2
PL5	3	PL-1/PP-3	A501	3	PL-5/3	Metalický	39 m	RJ45	L5W3	1	L5/W3
PL5	4	PL-1/PP-4	B501	4	PL-5/4	Metalický	22 m	RJ45	L5W4	1	L5/W4
PL5	5	PL-1/PP-5	B501	5	PL-5/5	Metalický	6 m	RJ45	L5W5	1	L5/W5
PL6	1	PL-1/PP-1	A601	1	PL-6/1	Metalický	27 m	RJ45	L6W1	1	L6/W1
PL6	2	PL-1/PP-2	A601	2	PL-6/2	Metalický	10 m	RJ45	L6W2	1	L6/W2
PL6	3	PL-1/PP-3	A601	3	PL-6/3	Metalický	27 m	RJ45	L6W3	1	L6/W3
PL6	4	PL-1/PP-4	B601	4	PL-6/4	Metalický	45 m	RJ45	L6W4	1	L6/W4
PL6	5	PL-1/PP-5	B601	5	PL-6/5	Metalický	60 m	RJ45	L6W5	1	L6/W5
PF0	1	PL-1/PP-1	F001	1	PF-0/1	Metalický	24 m	RJ45	F0W1	1	F0/W1
PF0	2	PL-1/PP-2	F136	2	PF-0/2	Metalický	30 m	RJ45	F1W1	1	F0/W2
PF0	3	PL-1/PP-3	F123	3	PF-0/3	Metalický	13 m	RJ45	F1W2	1	F0/W3
PF0	4	PL-1/PP-4	F101a	4	PF-0/4	Metalický	19 m	RJ45	F1W3	1	F0/W4
PF2	1	PL-1/PP-1	F266	1	PF-2/1	Metalický	24 m	RJ45	F2W1	1	F2/W1
PF2	2	PL-1/PP-2	F283	2	PF-2/2	Metalický	12 m	RJ45	F2W2	1	F2/W2
PF2	3	PL-1/PP-3	F201b	3	PF-2/3	Metalický	31 m	RJ45	F2W3	1	F2/W3
PF2	4	PL-1/PP-4	F373	4	PF-2/4	Metalický	28 m	RJ45	F3W1	1	F2/W4
PF2	5	PL-1/PP-5	F301	5	PF-2/5	Metalický	28 m	RJ45	F3W2	1	F2/W5
PF2	6	PL-1/PP-6	F307	6	PF-2/6	Metalický	53 m	RJ45	F3W3	1	F2/W6
PF2	7	PL-1/PP-7	F301 - ven	7	PF-2/7	Metalický	44 m	RJ45	F3W4out	1	F2/W7
PO1	1	PO-1/PP-1	O103	1	PO-1/1	Metalický	11 m	RJ45	O1W1	1	O1/W1
PO1	2	PO-1/PP-2	O118	2	PO-1/2	Metalický	6 m	RJ45	O1W2	1	O1/W2
PO1	3	PO-1/PP-3	O118 - ven	3	PO-1/3	Metalický	12 m	RJ45	O1W3out	1	O1/W3

Obrázek 40: Kabelová tabulka horizontální sekce

Centrální switch			Optický rozváděč		Kabel			Datová zásuvka			Lokální switch			
Počáteční port	Označení portu	Místnost	Modul	Číslo portu	Označení portu	Typ kabelu	Konektor	Délka kabelu	Označení kabelu	Označení datové zásuvky	Místnost	Označení portu	Číslo portu	Označení portu
SFP1	CSW1	B509	SFP	1	PL5	Optický	SC/APC	4	B509/B509	DZL5	B509	PL5	9	PL5
SFP2	CSW2	B509	SFP	2	PL6	Optický	SC/APC	75	B509/A601	DZL6	A601	PL6	9	PL6
SFP3	CSW3	B509	SFP	3	PL4	Optický	SC/APC	75	B509/A401	DZL4	A401	PL4	9	PL4
SFP4	CSW4	B509	SFP	4	PL3	Optický	SC/APC	85	B509/A301	DZL3	A301	PL3	9	PL3
SFP5	CSW5	B509	SFP	5	PL1	Optický	SC/APC	105	B509/A101	DZL1	A101	PL1	9	PL1
SFP6	CSW6	B509	SFP	6	PO1	Optický	SC/APC	172	B509/O116	DZ01	O116	PO1	9	PO1
SFP7	CSW7	B509	SFP	7	PF0	Optický	SC/APC	195	B509/F068	DZ00	F068	PF0	9	PF0
SFP8	CSW8	B509	SFP	8	PF2	Optický	SC/APC	210	B509/F283	DZ02	F283	PF2	9	PF2

Obrázek 41: Kabelová tabulka páteřní sekce

Příloha č. 6: Nastavení centrálního switche

Zdroj: (Vlastní zpracování)

The image consists of two screenshots from the Mikrotik WinBox interface.

The top screenshot shows the WinBox login screen. The title bar reads "WinBox v3.16 (Addresses)". The main area contains a login form with fields for "Login" (admin) and "Password", and an "Add Set" button. There are also checkboxes for "Keep Password" and "Open In New Window", and a "Connect To RIMON" button.

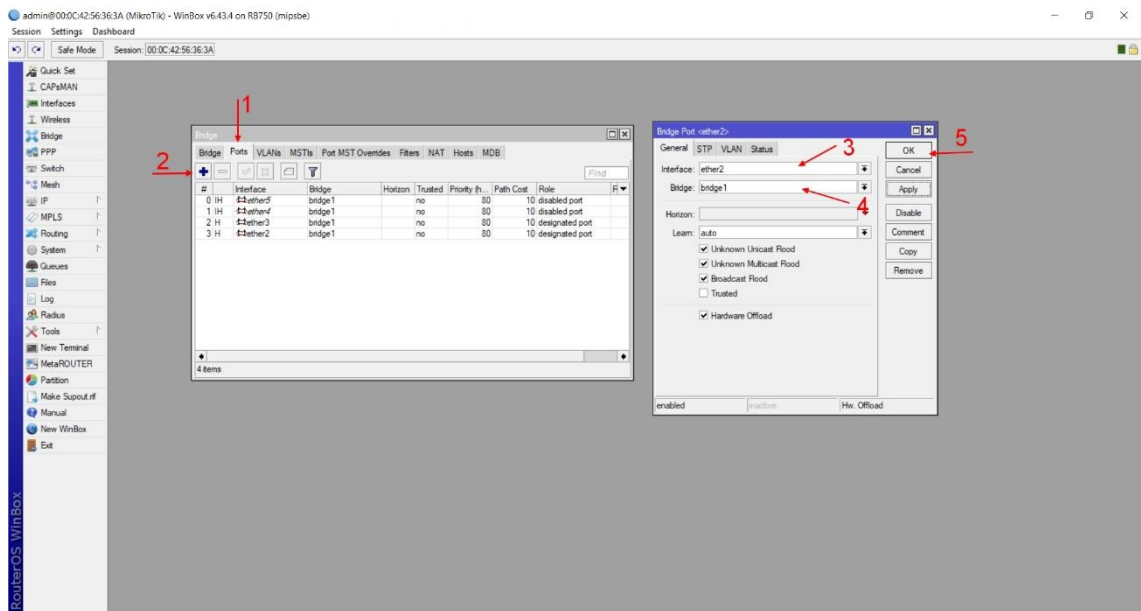
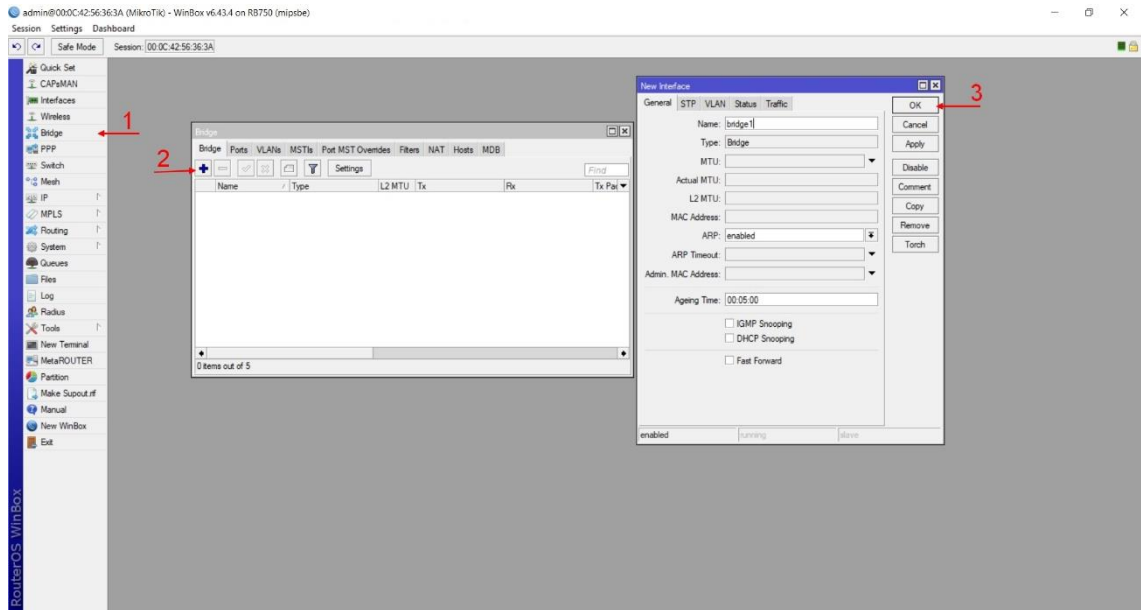
The bottom screenshot shows the WinBox main interface. The title bar reads "admin@000C4256363A (MikroTik) - WinBox v6.43.4 on R8750 (mipsbe)". The left sidebar shows a menu with "DHCP Client" selected. Red arrows point to the following elements:

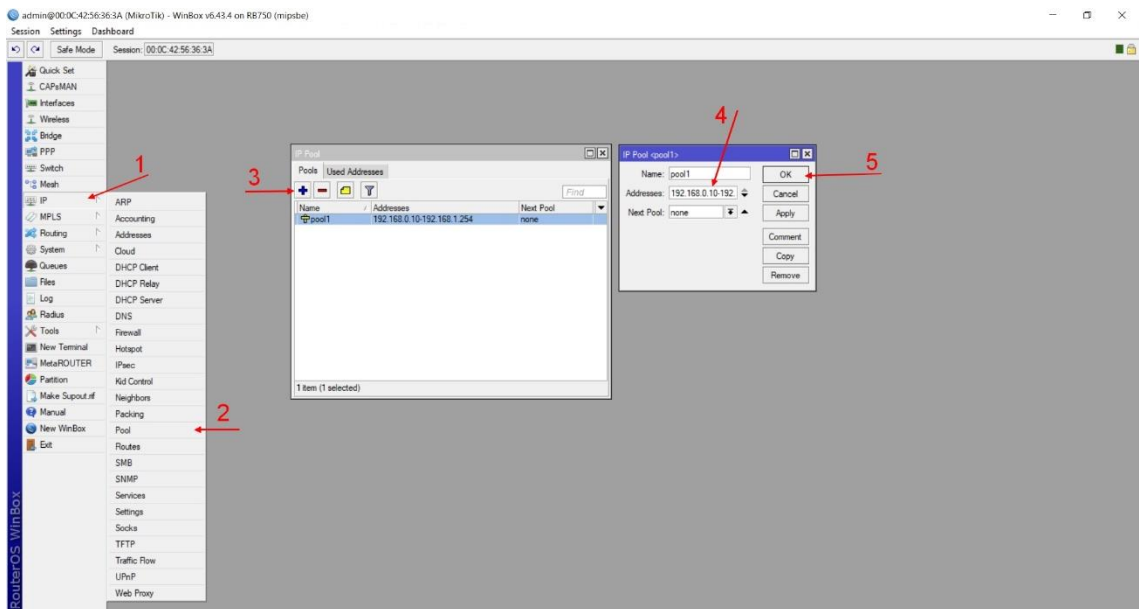
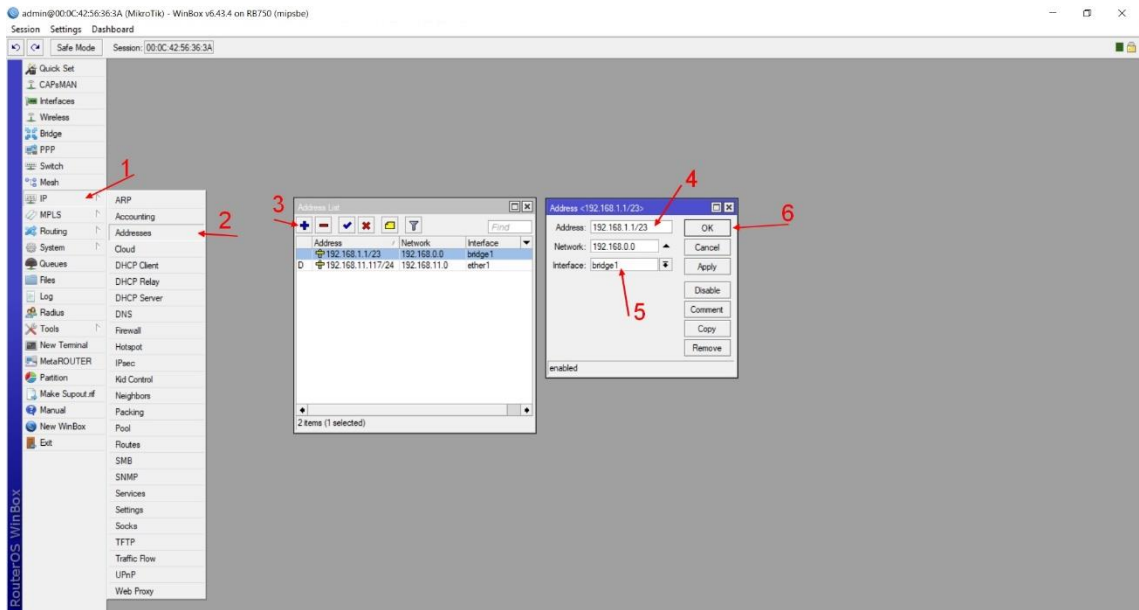
- 1. The "DHCP Client" menu item in the sidebar.
- 2. The "DHCP Client" sub-menu item.
- 3. The "+" button to add a new DHCP client.
- 4. The "Status" dropdown menu in the "New DHCP Client" dialog.
- 5. The "OK" button in the "New DHCP Client" dialog.

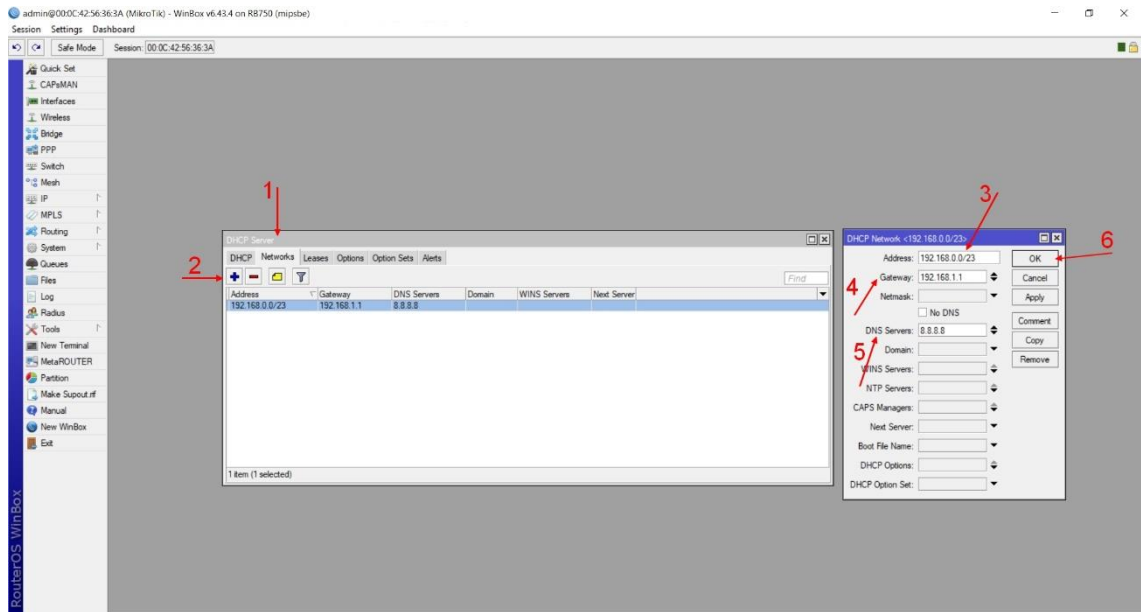
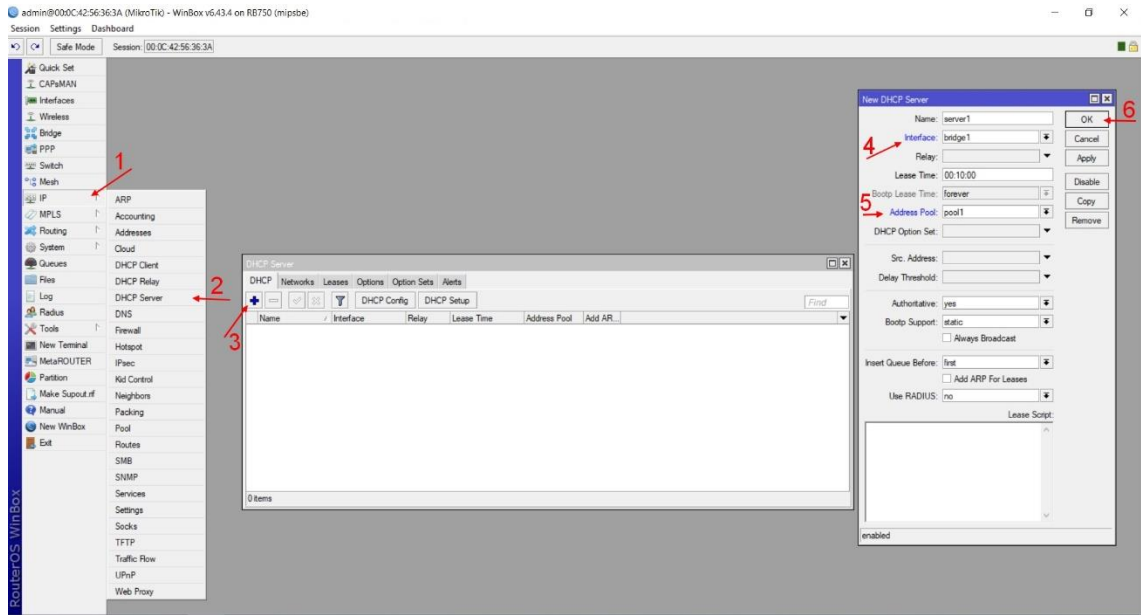
The "New DHCP Client" dialog shows the following configuration:

- Interface: ether1
- Use Peer DNS:
- Use Peer NTP:
- Add Default Route: yes

The status is "enabled" and "Status: stopped".

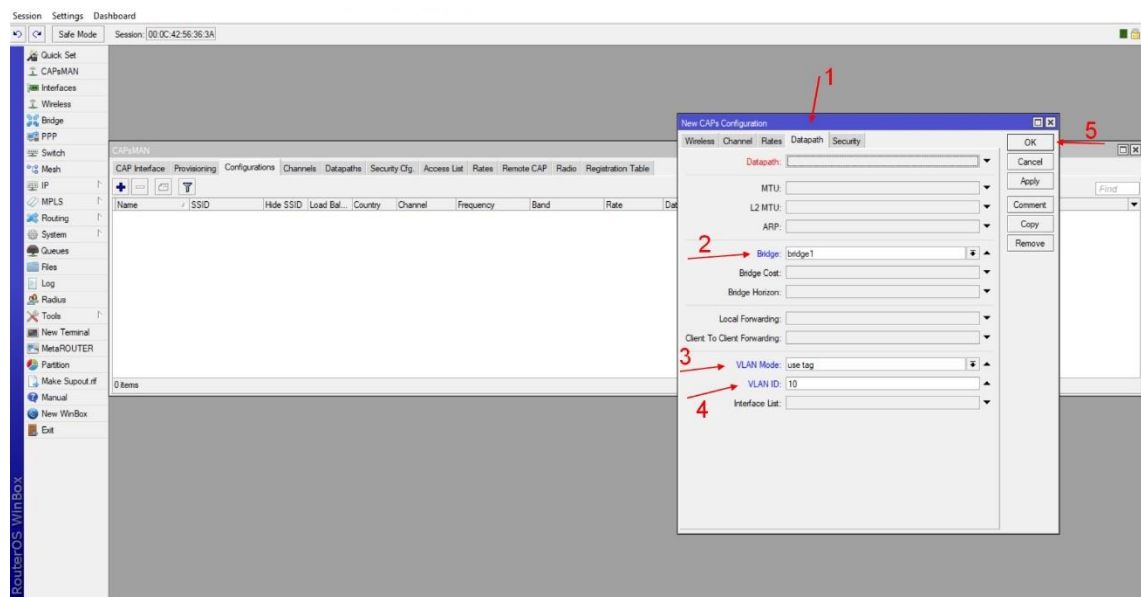
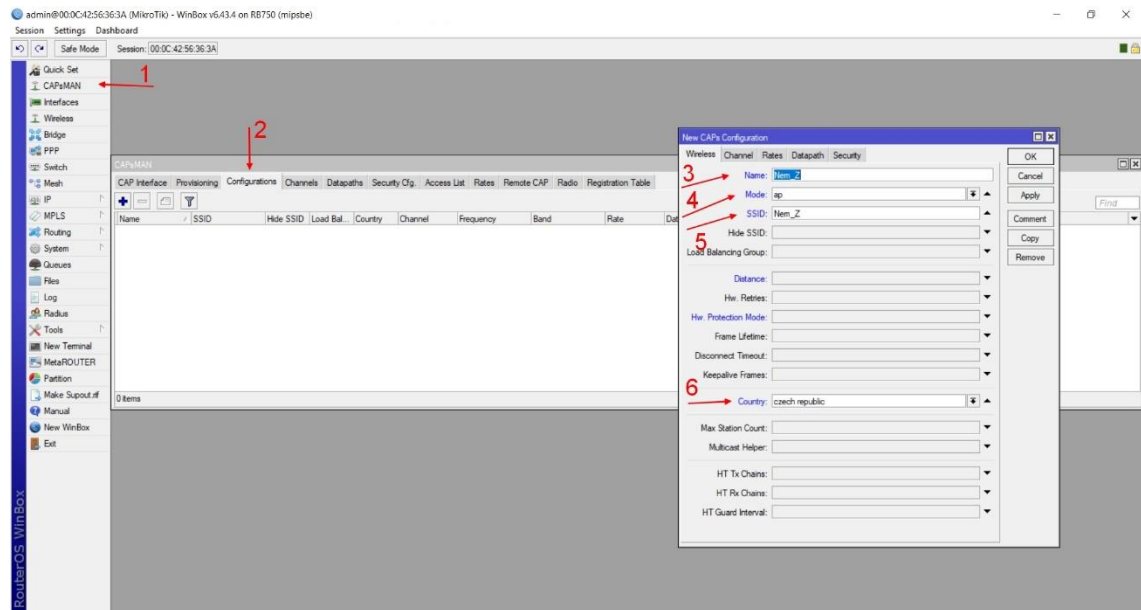


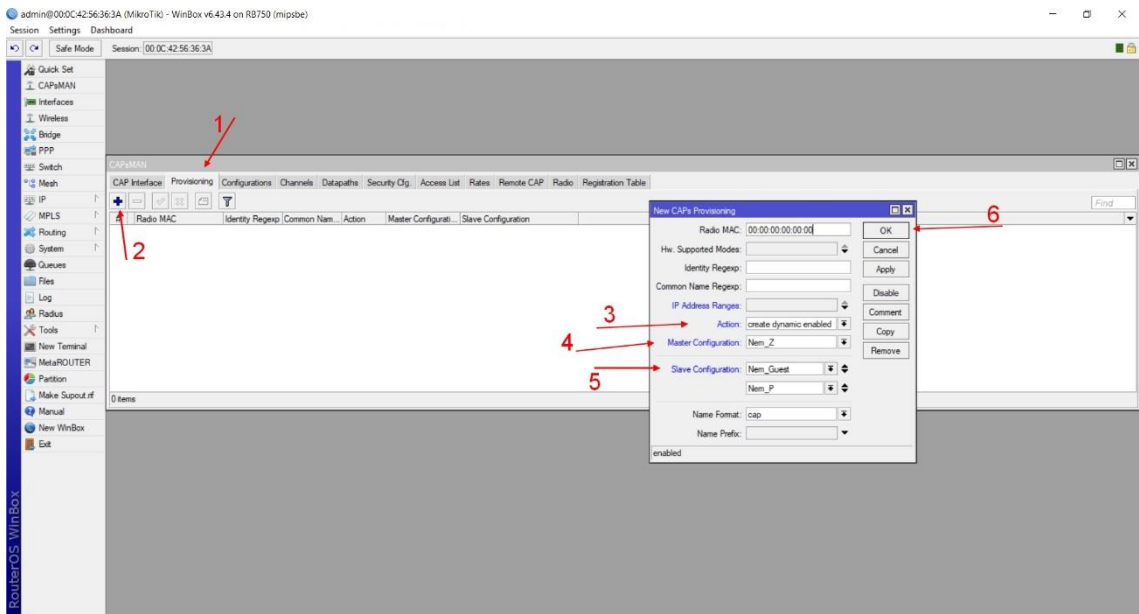
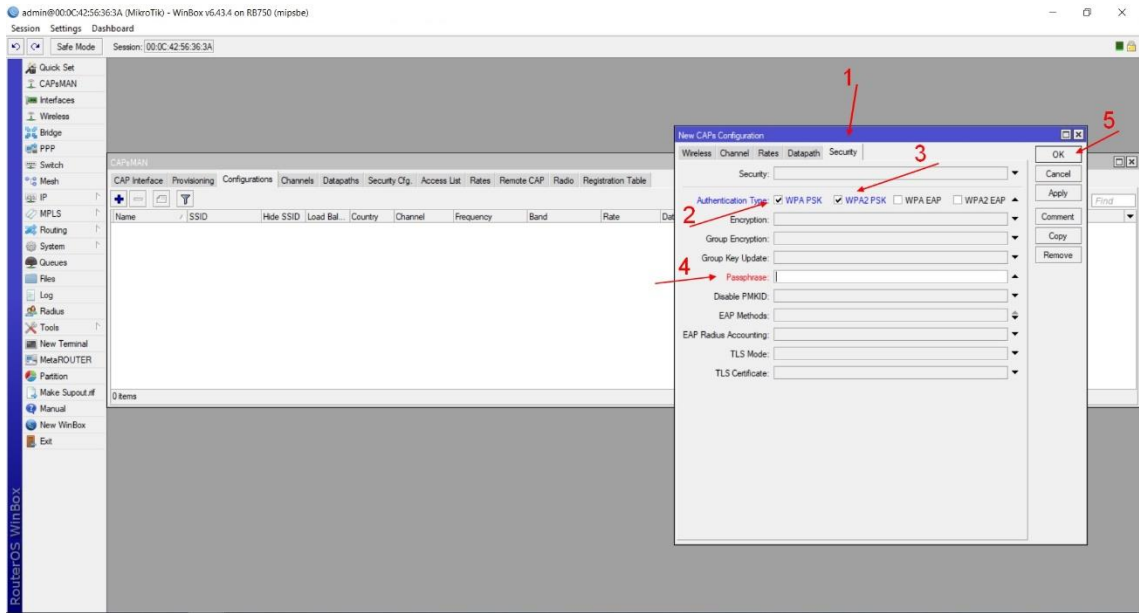


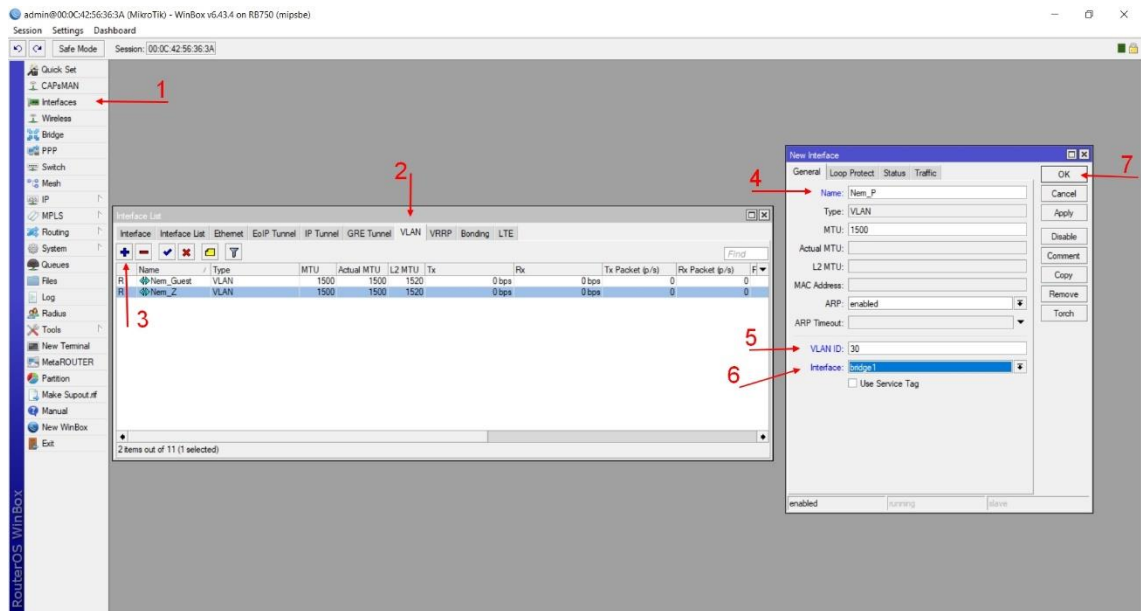
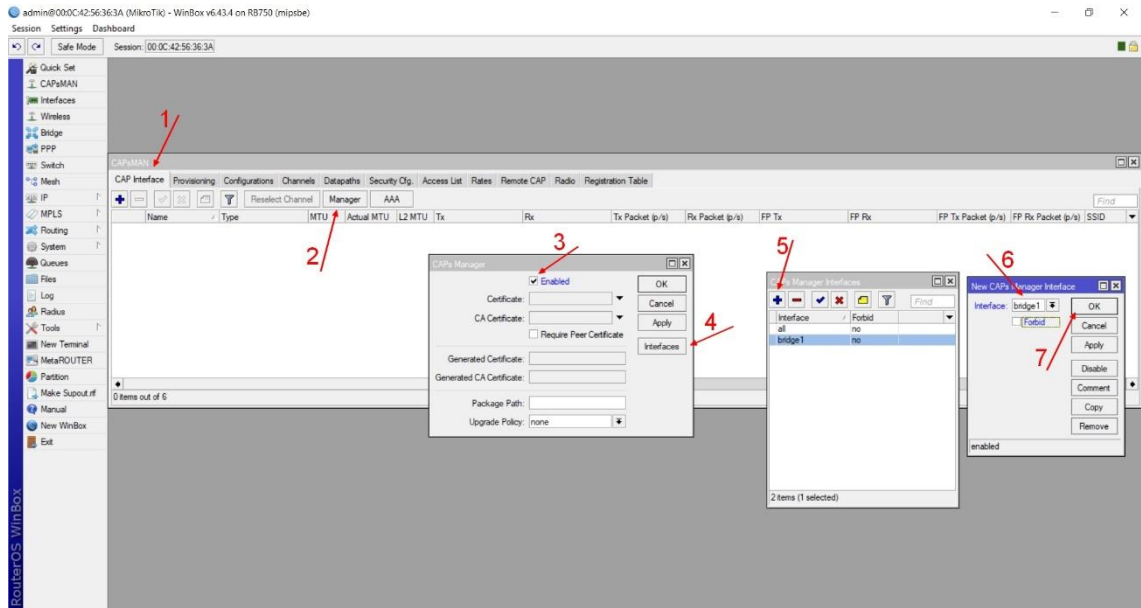


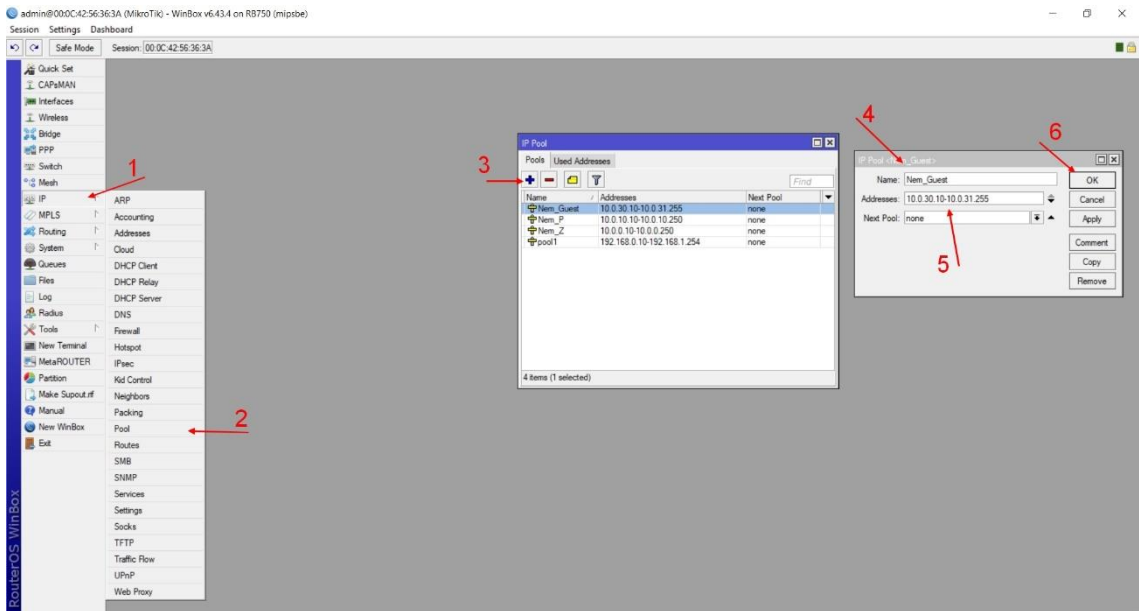
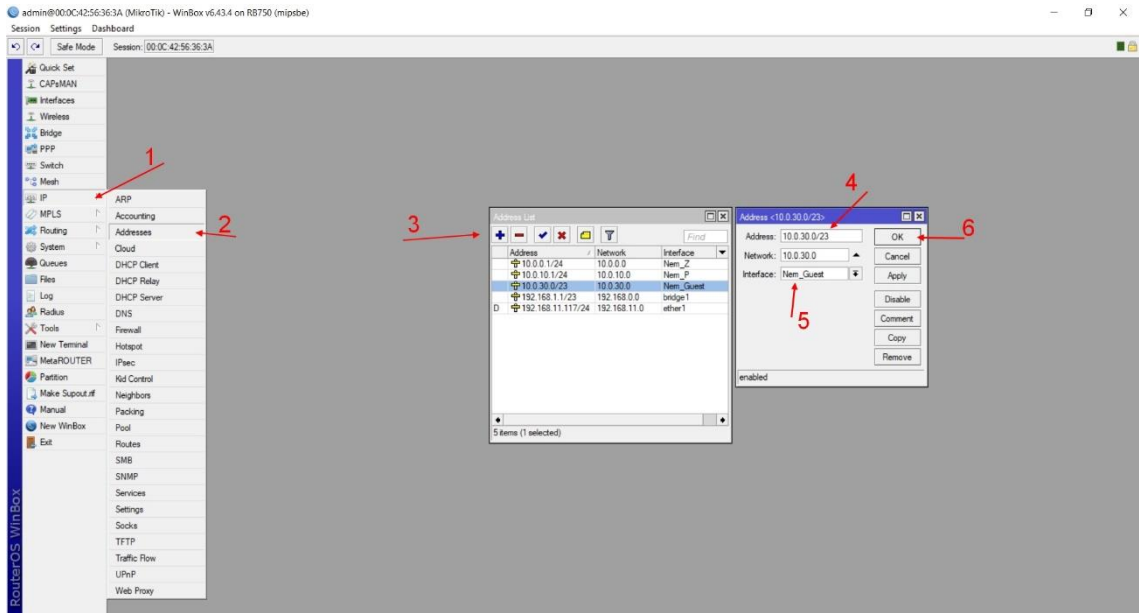
Příloha č. 7: Nastavení CAPsMAN

Zdroj: (Vlastní zpracování)









admin@000C4256363A (MikroTik) - WinBox v6.43.4 on R8750 (mipsbe)

Session Settings Dashboard

Safe Mode Session: 00:0C4256363A

Quick Set

- CAFAMAN
- Interfaces
- Wireless
- Bridge
- Switch
- Mesh
- IP
 - Accounting
 - Addresses
 - Cloud
 - DHCP Client
 - DHCP Relay
 - DHCP Server
 - DNS
 - Firewall
 - Hotspot
 - IPsec
 - Kid Control
 - Neighbors
 - Packing
 - Pool
 - Routes
 - SMB
 - SNMP
 - Services
 - Settings
 - Socks
 - TFTP
 - Traffic Flow
 - UPnP
 - Web Proxy
- MPLS
- Routing
- System
- Queues
- Files
- Log
- Radius
- Tools
- New Terminal
- MetaROUTER
- Partition
- Make Spout.if
- Manual
- New WinBox
- Ext

DHCP Server

Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add AR
Nem_Guest	Nem_Guest		00:10:00	Nem_Guest	no
Nem_P	Nem_P		00:10:00	Nem_P	no
Nem_Z	Nem_Z		00:10:00	Nem_Z	no
server1	bridge1		00:10:00	pool1	no

4 items (1 selected)

DHCP Server: Nem_Guest

Name: Nem_Guest

Interface: Nem_Guest

Relay: [empty]

Lease Time: 00:10:00

Bootp Lease Time: forever

Address Pool: Nem_Guest

DHCP Option Set: [empty]

Src. Address: [empty]

Delay Threshold: [empty]

Authoritative: yes

Bootp Support: static

Always Broadcast

Insert Queue Before: first

Add ARP For Leases

Use RADIUS: no

Lease Script: [empty]

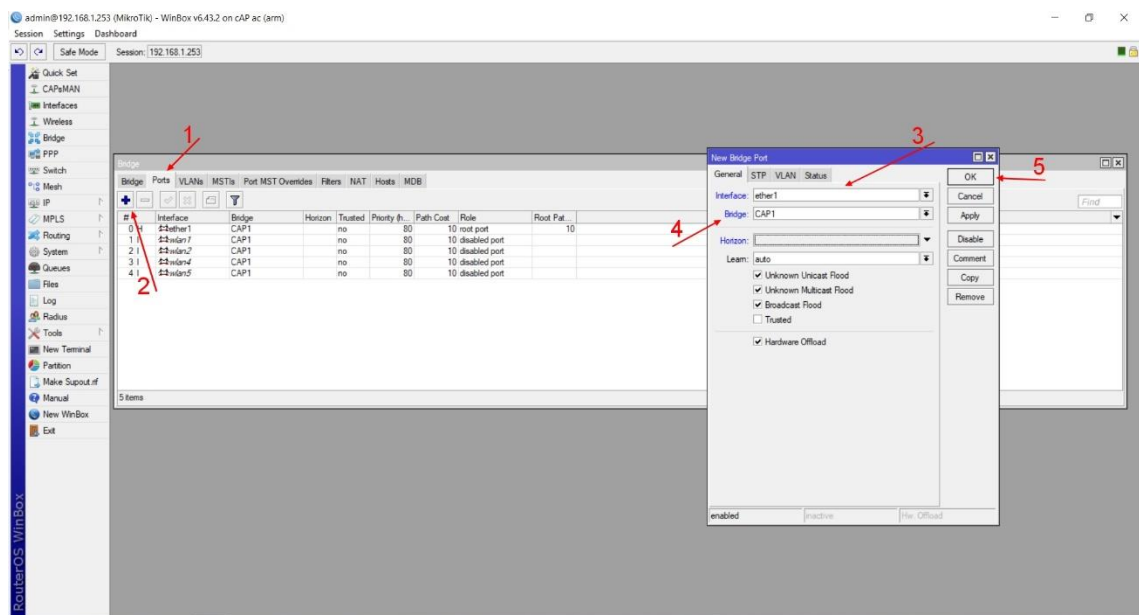
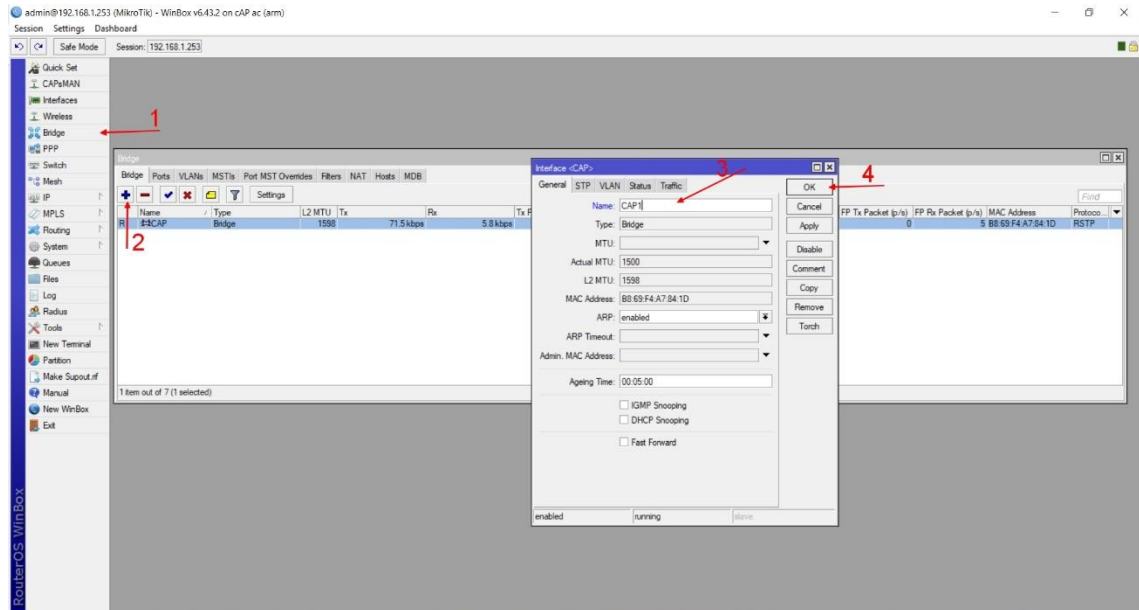
enabled

OK Cancel Apply Disable Copy Remove

1 2 3 4 5 6 7

Příloha č. 8: Nastavení CAPs

Zdroj: (Vlastní zpracování)



admin@192.168.1.253 (Mikrotik) - WinBox v6.43.2 on cAP ac (arm)

Session Settings Dashboard

Safe Mode Session: 192.168.1.253

Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
MPLS
Routing
System
Queues
Files
Log
Radius
Tools
New Terminal
Partition
Make Snapshot
Manual
New WinBox
Exit

1

2

3

4

5

6

7

WIN Interfaces

Name	Type	Actual MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Rx Packet (p/s)	MAC Address	ARP	Mo
-- managed by CAPsMAN										
-- channel: 2412/20-Ce-gr(Q09n), SSID: Nem_2, CAPsMAN forwarding										
KS	@wlan1	Wireless (IPQ4019)	1500	0 bps	0 bps					
-- managed by CAPsMAN										
-- SSID: Nem_Guest, CAPsMAN forwarding										
DXS	@wlan4	Virtual	1500	0 bps	0 bps					
-- managed by CAPsMAN										
-- SSID: Nem_P, CAPsMAN forwarding										
DXS	@wlan5	Virtual	1500	0 bps	0 bps					
-- managed by CAPsMAN										
-- SSID: Nem_2, CAPsMAN forwarding										
KS	@wlan2	Wireless (IPQ4019)	1500	0 bps	0 bps					

4 items out of 7

CAP

4

5

6

7

Enabled

Interfaces: wlan1

Certificate: none

Discovery Interfaces: CAP1

Lock To CAPsMAN

CAPsMAN Addresses:

CAPsMAN Names:

CAPsMAN Certificate Common Names:

6

Bridge

Static Virtual

Requested Certificate:

Locked CAPsMAN Common Name:

OK

Cancel

Apply

Packet (p/s)	FP Rx Packet (p/s)	MAC Address	ARP	Mo
0	0	B8-E9-F4-A7-B4-1F	enabled	station
0	0	BA-E9-F4-A7-B4-1F	enabled	ap br.
0	0	BA-E9-F4-A7-B4-20	enabled	ap br.
0	0	B8-E9-F4-A7-B4-20	enabled	station