

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
DEPARTMENT OF INFORMATICS

NÁVRH PROJEKTU NA ZŘÍZENÍ SÍTĚ PRO POSKYTOVATELE INTERNETU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. BENJAMÍN KOVÁCS

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

NÁVRH PROJEKTU NA ZŘÍZENÍ SÍTĚ PRO POSKYTOVATELE INTERNETU

THE PROJECT PROPOSAL FOR BUILDING AN ISP NETWORK

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. BENJAMÍN KOVÁCS

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kovács Benjamín, Bc.

Informační management (6209T015)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh projektu na zřízení sítě pro poskytovatele internetu

v anglickém jazyce:

The Project Proposal for Building an ISP Network

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Cíle práce
Analýza současného stavu
Teoretická východiska práce
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Seznam odborné literatury:

BLACKWELL, Edward. Podnikatelský plán: network architecture, interconnection, traffic engineering and network design. Praha: Readers International Prague, 1993, 134 s. ISBN 80-901-4541-8.

BLAŽKOVÁ, Martina. Marketingové řízení a plánování pro malé a střední firmy. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 278 s. ISBN 978-80-247-1535-3.

DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁČAL a Branislav LACKO. Projektový management podle IPMA. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012, 526 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4275-5.

HECKMANN, Oliver. The competitive Internet service provider: network architecture, interconnection, traffic engineering and network design. Hoboken, NJ: J. Wiley, c2006, xxvii, 370 p. ISBN 978-047-0012-932.

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

WUPPERFELD, Udo. Podnikatelský plán pro úspěšný start: hardware, instalace a zapojení. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2003, 159 s. ISBN 80-726-1075-9.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

L.S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
Ředitel ústavu

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

V Brně, dne 28.2.2015

Abstrakt

Předmětem diplomové práce „Návrh projektu na zřízení sítě pro poskytovatele internetu“ je analýza současného stavu internetového připojení v části města Komárno a návrh infrastruktury pro vysokorychlostní připojení. V práci analyzuji aktuální možnosti připojení a možnosti výstavby infrastruktury pro vysokorychlostní internetové připojení. Uvádím přehled technologií, které jsou potřebné pro poskytování internetu a teorii týkající se projektového řízení. Projektové řízení analyzuje rizika projektu, dobu trvání projektu a finanční náklady výstavby infrastruktury.

Klíčové slova

Návrh počítačové sítě, Poskytování internetu, Projektové řízení, technologie, topologie, FTTx

Abstract

The subject of the „The project proposal for building an ISP network“ thesis is the analysis of a current state of internet connectivity in a city of Komarno as well as a project proposal of a new network infrastructure for an internet service provider. The analysis consists of the current state of infrastructure and a possibilities of building new ISP network infrastructure. This thesis also contains brief summary of a required technologies and a description of project management, including project risk analysis, time schedule and cost calculation.

Keywords

Network design, Internet service provider, Project management, technology, topology, FTTx

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOVÁCS, B. Návrh projektu na zřízení síte pro poskytovatele internetu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2015. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně 26.5.2015

.....
Benjamín Kovács

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří vedoucímu práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za odborné vedení celé práce. Dále mým kamarádům a kolegům, kteří mi ochotně dodali podklady k práci a informace z oboru poskytování internetu.

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Ciele práce a vymedzenie problému	3
1.2	Metodika	4
2	Analýza súčasného stavu	5
2.1	Internet a EU	5
2.2	Súčasný stav pripojenia na Slovensku	6
2.3	Lokalita	7
2.3.1	Rozmiestnenie bytov a vchodov	8
2.4	Súčasný stav pripojenia v plánovanej lokalite	11
2.5	Dotazník	14
2.6	Zhrnutie výsledkov dotazníku	18
3	Teoretické východiská práce	19
3.1	Internet service provider	19
3.1.1	Podnikanie v segmente poskytovania internetu	19
3.2	Metodika návrhu	20
3.3	Technológie pre ISP	22
3.3.1	Prenosové prostredie	22
3.3.2	Výstavba optickej infraštruktúry	26
3.3.3	xDSL	27
3.3.4	FTTP	28
3.3.5	Aktívne prvky	33
3.3.6	Technológie aktívnych prvkov	38
3.3.7	Správa siete	41
3.4	Projektový manažment	43
3.4.1	História a vymedzenie pojmu projektový manažment	43
3.4.2	Cieľ projektu	45
3.4.3	Fázy riadenia projektu	46
3.4.4	Riadenie rizík	49
3.4.5	Projektový tím	50
3.4.6	Podporné nástroje	51
4	Návrh riešenia	52
4.1	Výber technológie	52
4.1.1	Optické linky	52
4.1.2	Centrála	54

4.1.3	Prístupové prepínače	57
4.2	Návrh sieťovej infraštruktúry	59
4.2.1	Sieťová topológia	59
4.2.2	Návrh vedenia	62
4.2.3	Optické vlákna a prepájanie zariadení	64
4.2.4	Budúcnosť siete a možnosti rozširovania.....	64
4.3	Riadenie projektu	65
4.3.1	Cieľ projektu	66
4.3.2	Trojimperatív.....	66
4.3.3	Logický Rámec	66
4.3.4	Analýza rizík	68
4.3.5	Projektový tím.....	70
4.4	Etapy projektu	71
4.4.1	Projektový kalendár	72
4.4.2	Popis jednotlivých činností a súvislostí	72
4.4.3	Postup pri výstavbe jednej lokality	73
4.4.4	Finančné náklady	75
4.4.5	Ekonomické zhodnotenie	78
5	Záver.....	79
	Literatúra.....	80
	Zoznam obrázkov.....	85
	Zoznam tabuliek.....	86
	Zoznam Grafov	87
	Zoznam príloh.....	87
	Príloha 1. Google Forms dotazník	88
	Príloha 2. Výsledky dotazníku.....	90
	Príloha 3. Mapa optických trás a umiestnenia prepínačov	91
	Príloha 4. Rozmiestnenie prepínačov a portov	92
	Príloha 5. Rozmiestnenie optických káblov a príslušenstva	93
	Príloha 6. Gantov diagram.....	98
	Príloha 7. CD/DVD	104

1 Úvod

V poslednej dobe prebieha rýchly rozvoj vysokorýchlostného pripojenia k internetu. Toto je v dnešnej dobe nevyhnutné. Na českom a slovenskom trhu aktuálne pôsobí viac než 300 aktívnych poskytovateľov internetu [1]. Napriek tomu nie je každá oblasť dokonale pokrytá vysokorýchlostným pripojením a existujú miesta, kde ešte nie je vybudovaná infraštruktúra na jeho poskytovanie.

Internet v dnešnej dobe tvorí nevyhnutnú časť nášho každodenného života. Ľudia sú neustále pripojení a prenášajú čoraz viac a viac dát. Tento trend pravdepodobne bude neustále pokračovať a objem prenášaných dát sa bude zväčšovať. K tomuto faktu prispieva veľa technologických pokrokov. Smartphony potrebujú pre využitie svojho potenciálu neustále pripojenie k internetu. Neustále využívame emaily, komunikujeme s ostatnými pomocou messengerov ako Skype, Facebook a Whats up, naše dáta chceme mať neustále pri sebe a čoraz viac ľudí používa cloudové úložiská [2]. Aj malé zariadenie ako telefón požaduje veľký dátový tok. V prípade že existujúca infraštruktúra nie je vhodná na zvyšovanie šírky pásma, je potrebné vybudovať novú sieťovú infraštruktúru.

1.1 Ciele práce a vymedzenie problému

Cieľom diplomovej práce je vytvorenie projektu na návrh infraštruktúry a jej realizáciu pre malého lokálneho poskytovateľa internetu v meste Komárno. Vzhľadom na to, že mám skúsenosti s danou oblasťou, a v dobe písania diplomovej práce som pracoval ako obchodný a produktový manažér vo firme, ktorá je distribútorom aktívnych sieťových prvkov, som si zvolil danú oblasť. Mám bohaté skúsenosti s potrebami a požiadavkami poskytovateľov internetu.

Diplomová práca sa zameriava na návrh infraštruktúry a projektový plán na vybudovanie infraštruktúry v danej lokalite. V danom segmente podnikania tvorí konkurenčnú výhodu rýchlosť pripojenia, cena a technologická vyspelosť. V prípade, ak bude daná firma prvá v poskytovaní vysokorýchlostného internetu v danej lokalite, tak je malá pravdepodobnosť, že v danej lokalite vybuduje iný poskytovateľ vlastnú sieť a úspech konkurencie bude obmedzený. Táto práca analyzuje problémy spojené s vybudovaním infraštruktúry pre malého lokálneho poskytovateľa internetu, analyzuje možnosti a problémy, ktoré súvisia so sieťovou infraštruktúrou a vytvorí návrh na

projekt. Projektový manažment poslúži ako podporný nástroj na dosiahnutie projektového cieľu.

1.2 Metodika

Diplomová práca čerpá technické informácie z aktuálne dostupných verejných zdrojov na internete, z vlastných skúseností z oblasti poskytovania internetu a so skúseností s aktívnymi prvkami.

Analýza lokality, pre ktorú táto práca vytvára návrh, bola realizovaná osobným zberom dát a analýzou mapových podkladov. Dotazník k práci bol realizovaný osobnými pohovormi s obyvateľmi danej lokality.

Pri vytváraní projektu boli použité softwarové podporné nástroje na riadenie projektu a na finančnú kalkuláciu boli použité ceny z verejne dostupných internetových portálov. Pri získavaní cien neprebiehala registrácia na portály.

2 Analýza súčasného stavu

2.1 Internet a EU

V súčasnej dobe je vysokorýchlostný internet pre obyvateľstvo nevyhnutný. Zariadenia okolo nás neustále komunikujú s internetom a sú pripojené ku vzdialeným serverom. Používatelia požadujú diaľkové pripojenie cez internet k zariadeniam v domácnosti. Aktuálne nastáva veľký rozmach vysokorýchlostného pripojenia. Na optické siete sa pripájajú rodinné domy, bytovky a ostatné obytné stavby. K tomuto rozvoju má pomôcť aj vývoj sietí budúcnosti (NGA) s podporou Európskej Únie. Podľa odporúčania 2010/572/EU, každá domácnosť má mať možnosť pripojiť sa k sieti internetu, rýchlosťou aspoň 30 Mbps a viac ako polovica z domácností v EU by mala mať k dispozícii pripojenie s rýchlosťou aspoň 100Mbps [3]. Širokopásmový internet umožní Európskej únii zlepšovať svoje strategické a ekonomické postavenie. Ďalšie kroky EU majú urýchliť výstavbu optických trás a znižovať náklady na výstavbu. Európska komisia dňa 26. marca 2013 navrhla nové pravidlá, ktoré odstránia niektoré komplikácie spojené s budovaním širokopásmového pripojenia [4]. Takúto rýchlosť, je možné zabezpečiť pomocou optických liniek na dlhé vzdialenosti. Pre urýchlenie výstavby a na podporu rozvoja v Českej Republike vzniklo v roku 2011 uznesenie č.50 a projekt Digitálne Česko, ktorý sa zaoberá dotáciami a prostriedkami, ktoré sú potrebné k získaniu dotácií na vybudovanie optickej siete v Českej republike [5]. Európska únia poskytla 14 miliárd korún na výstavbu NGA sietí. Hlavný problém pri výstavbe sietí je, že operátori budujú siete len v oblastiach s vysokou penetráciou a oblasti, kde je menší počet potenciálnych zákazníkov zostávajú stále bez pokrytia. V Českej republike tento problém rieši projekt Digitálne Česko, ktorý nie je určený len pre veľkých operátorov ale aj pre menších poskytovateľov internetu alebo firmy ktoré splnia podmienky na výstavbu siete. Oblasti širokopásmového pokrytia sa delia na tri časti. Na biele, sivé a čierne miesta. Jednotlivé miesta sa líšia na základe už vybudovanej infraštruktúry [6].

Aj v Slovenskej republike vznikol projekt ktorý má podporiť uznesenie Európskej únie a rozvoj širokopásmového pripojenia. V roku 2009 vznikol projekt na výstavbu širokopásmového pripojenia a vybudovaniu optických sietí v mestách. Pomocou tohto projektu poskytovatelia internetu pokryli oblasti, kde je rýchla návratnosť investícií a veľká penetrácia. Pre rôzne miesta sú vyčlenené rôzne dotácie. V Slovenskej

republike k podpore vývoja širokopásmového internetu aktuálne prispieva operačný program Integrovaná infraštruktúra 2014-2020 [7].

2.2 Súčasný stav pripojenia na Slovensku

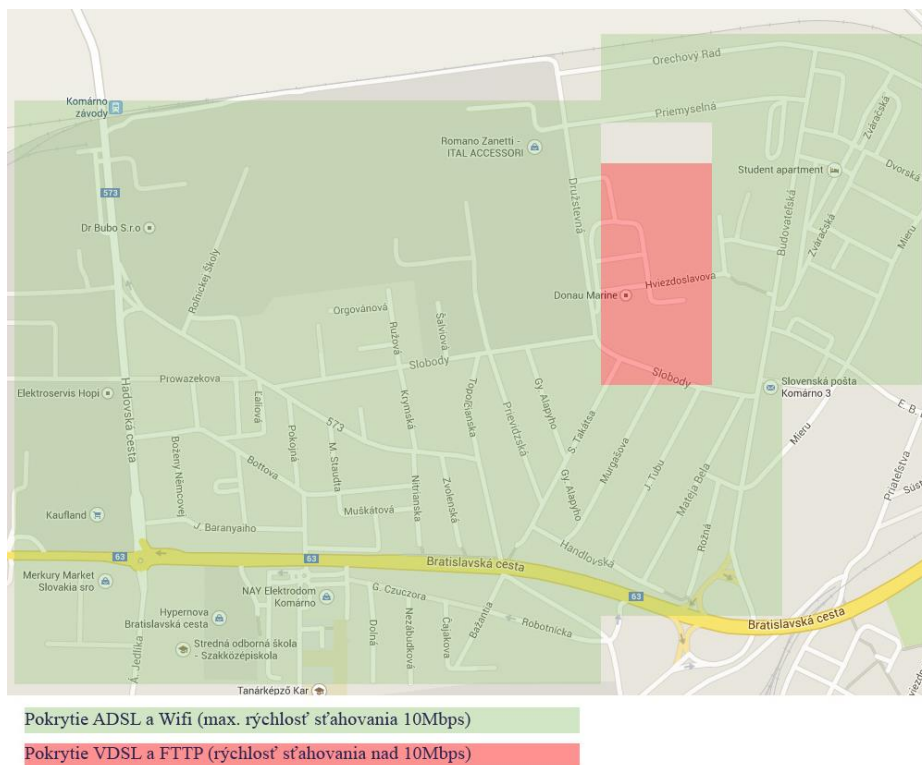
V Slovenskej republike sa v súčasnej dobe používajú viaceré technológie poskytovania širokopásmového internetu. Používajú sa prípojky vedené cez telefónnu linku xDSL. Najrozšírenejší v mestách je ADSL, VDSL a FTTB [1]. Najväčšie zastúpenie má telekomunikačný operátor Slovak Telekom a.s. Rozšírenie xDSL prispelo k faktu, že na začiatku roka 2014 širokopásmové pokrytie malo menej ako 56 percent používateľov na Slovensku [7]. Na viacerých lokalitách je len pokrytie ADSL, ktoré má obmedzenia rýchlosti závisiace na vzdialenosti od ústredne a maximálne rýchlosti sú tým obmedzené. V bytových domoch v Slovenskej republike sa v malej miere stretávame s pripojením cez koaxiálny kábel. Viacej rozšírená je optická linka alebo pripojenie cez metalický kábel, krútenú dvojlinku. Z toho vyplýva že v tejto republike sú rozšírené technológie FTTH a FTTB. Na miestach, kde nie je možné realizovať pripojenie do internetu pomocou metalického alebo optického vedenia alebo na miestach, ktoré nie sú atraktívne pre poskytovateľa internetu, pripojenie je riešené pomocou bezdrôtového prepojenia. V rokoch 2013 a 2014 prebehlo nasadzovanie mobilných sietí 4 generácie [8]. Veľkomestá sú pokryté signálom LTE ktorý sa používa najmä v mobilných zariadeniach. Slovensko zaostáva za európskym priemerom [9].

Broadband Indicators (January 2014)					
Speed		Slovak Republic		EU Average	
		%	Growth	%	Growth
Fixed broadband coverage	From 144 Kbps	75		97,1	
	NGA	64,9		61,8	
Fixed broadband penetration	From 144 Kbps	20,7	7	29,9	4
	From 30 Mbps	5,3	40	6,3	47
	From 100 Mbps	1,7	143	1,6	77,8
Mobile broadband coverage	Basic (HSPA)	86,3		97,1	
	LTE	24,1	N/A	58,9	N/A
Mobile broadband penetration		50,1	-17	61,1	5

Tabuľka 1 Internetové pripojenie na Slovensku [9]

2.3 Lokalita

Tento projekt sa zaoberá výstavbou sieťovej infraštruktúry v meste Komárno. Mesto sa nachádza na južnom Slovensku a hraničí s Maďarskou republikou. Leží na pravom brehu Dunaja kde sa vlievajú do Dunaja slovenské rieky Nitra a Váh. Mesto má bohatú históriu. V 16. storočí odolávalo tureckým útokom. V 18. storočí sa stalo významným centrom obchodných ciest a v meste prekvitalo remeslo a obchod. Vzhľadom na výhodnú polohu mesta, vznikli v meste lodenice. V dnešnej dobe je priemysel na nižšej úrovni ako v minulosti a aj rozvoj mesta je pomalší. Pomalší rozvoj vidno aj v rozvoji internetového pripojenia. Podľa predchádzajúcich projektov a plánov, mesto Komárno malo byť celoplošne pokryté optickým internetom do roku 2013 [10]. Do daného roku boli pokryté niektoré sídliská a miesta s vysokou hustotou obyvateľstva. V čase písania diplomovej práce nebola pokrytá vysokorýchlostným internetom veľká časť Druhého sídliska. Táto lokalita bola zväčša pokrytá xDSL internetom. V lokalitách, kde sú iba rodinné domy je vybudovaná infraštruktúra ktorá je vhodná na pripojenie iba technológiou ADSL a ADSL2. Po rozhovore s technikmi z daného mesta zo SWAN a Telekom, bolo zistené, že poskytovatelia ani neplánujú rozširovať svoju infraštruktúru na druhom sídlisku a v miestach kde sú rodinné domy.



Obrázok 1 Pokrytie internetu v časti mesta Komárno

Obrázok 1 zobrazuje, že zobrazená mestská časť nemá dostatočné pokrytie vysokorýchlostným internetom. Malá časť v strede sídliska má dostupné vysokorýchlostné FTTP ako VDSL pripojenie. V ľavej časti mapy leží lokalita ktorá je zastavaná rodinnými domami a na pravej strane mapy leží lokalita zastavaná bytovými domami.

Tento projekt sa zaoberá výstavbou siete v lokalite ulíc Slobody, Hviezdoslavova, Budovateľská, Dvorská, Zváračská a Odborárov. Menované ulice sú zastavané panelovými domami a v jednom chode sa nachádza od 4 až 27 bytov. Výhoda tejto oblasti spočíva aj v tom, že bytové domy sú navzájom prepojené alebo vzdialenosť medzi dvoma bytovými domami je veľmi malá. Optické vlákna bude možné viesť cez pivnice bytových domov, nebudú potrebné náročné výkopové práce.

V tejto lokalite sa nachádza aj ubytovňa pre študentov a školy. Bude ich možné pripojiť k novej sieti optickým vláknom a zabezpečiť vysokorýchlostné pripojenie aj pre tieto inštitúcie. V lokalite sa nachádzajú aj kancelárske priestory. Pre firmy, ktoré majú kancelárie v tomto priestore bude možné poskytovať internet s vysokou dostupnosťou a s vysokou rýchlosťou odosielania dát. Takto si firmy dokážu zabezpečiť rýchly prístup k vlastným serverom z prostredia internetu.

Rozmiestnenie budov je rôznorodé. Nepravidelné rozmiestnenie budov bude požadovať kombináciu sieťových topológií a vzhľadom k tomuto faktu, návrh sieťovej infraštruktúry bude náročný. Aktuálny návrh musí počítať s budúcim rozširovaním siete.

Hlavný prípojný bod novej siete bude medzi ulicami Slobody a Hviezdoslavova. Na obrázku 1, táto časť zapadá do oblasti, kde je dostupné pripojenie s rýchlosťou sťahovania nad 100Mbps. Spoločnosti Telekom a DIGI Slovakia majú do tejto lokality privedenú optickú linku a je možné od nich prenajímať konektivitu.

2.3.1 Rozmiestnenie bytov a vchodov

Daná lokalita obsahuje veľký počet vchodov, až 101. Jednotlivé vchody obsahujú 4 až 27 bytov. Celkový počet bytov v lokalite, do ktorej sa plánuje vybudovať nová sieťová infraštruktúra obsahuje 939 bytov. Okrem bytov v tejto lokalite sú aj kancelárske priestory, školy a ubytovacie zariadenia.

Tabuľka 2 obsahuje umiestnenie vchodov v jednotlivých budovách a umiestnenie bytov v jednotlivých vchodoch. Tieto údaje boli získané osobnou

prehliadkou daného sídliska. Pre lepšiu orientáciu Obrázok 2 a Obrázok 3 zobrazuje umiestnenie vchodov v daných budovách a počet bytov pripadajúcich na jeden vchod.

Označenie domu	Počet vchodov	Počet bytov na vchod	Spolu bytov
A	1	18	18
B	1	8	8
	1	14	14
C	1	8	8
	1	14	14
D	2	8	16
E	6	6	36
	5	8	40
	1	10	10
F	8	6	48
G	6	6	36
	2	8	16
	1	10	10
H	4	6	24
I	3	8	24
	1	12	12
J	1	6	6
	4	8	32
K	1	6	6
	5	8	40
M	8	8	64
	1	10	10
N	4	6	24
O	3	6	18
P	5	8	40
Q	5	8	40
R	7	8	56
T	3	6	18
	1	8	8
X	3	27	81
Y	3	27	81
Z	3	27	81
Spolu	101		939

Tabuľka 2 Rozmiestnenie bytov



Obrázok 2 Označenie domov



Obrázok 3 Označenie vchodov a počet bytov

2.4 Súčasný stav pripojenia v plánovanej lokalite

Prvotný prehľad nad poskytovateľmi v danom regióne bol realizovaný pomocou webových stránok, jednotlivých poskytovateľov a podľa ich údajov pokrytia. Poskytovatelia internetu boli vyhľadávaní pomocou internetového vyhľadávača Google a pomocou katalógu poskytovateľov Internet pro všechny. V meste Komárno pôsobí viacej poskytovateľov. V Komárne pôsobí aj vedúca Slovenská telekomunikačná

spoločnosť Telekom. Telekom bol poskytovateľom pevnej linky a postupom času začal poskytovať internetové pripojenie. Vzhľadom na to že má vybudovanú metalickú telefónnu sieť, poskytuje internet technológiou xDSL [11]. Toto pripojenie sa používa hlavne z dôvodu nedostupnosti iného pripojenia k vysokorýchlostnému internetu. Spoločnosť Telekom v roku 2013 odkúpila spoločnosť DIGI Slovakia [12]. DIGI Slovakia poskytovala telekomunikačné a televízne služby v desiatich Slovenských mestách. DIGI Slovakia naďalej funguje ako samostatná značka a tento poskytovateľ pokrýva mesto Komárno optickým internetom. Ďalším veľkým operátorom, ktorý pôsobí aj v meste Komárno je SWAN, a.s.. Tento operátor poskytuje vysokorýchlostné pripojenie po optike a bezdrôtové pripojenie v danom meste. Poskytovatelia nerozlišujú na stránkach technológie FTTH a FTTB a preto tieto technológie v analýze budú zahrnuté do kategórie optického pripojenia FTTP¹.

Spoločnosti UPC a Orange Slovakia v dobe písania diplomovej práce, neposkytovali vysokorýchlostné optické pripojenie v meste Komárno. V každej lokalite je možné použiť satelitné pripojenie na internet, toto riešenie bolo vynechané z porovnávania a to z dôvodu vysokej ceny, pomalšej rýchlosti a vyššej odozvy.

Na základe informácií z webu vznikli tabuľky, ktoré porovnávajú dostupné pripojenia v lokalite, kde sa plánuje vybudovanie nového poskytovateľa internetu a tabuľky ktorá obsahuje maximálne dostupné rýchlosti pripojenia v meste Komárno. Na webových stránkach poskytovateľov boli overované adresy ulica Slobody 1,3 a 6 a Budovateľská 9, 24 a 42.

¹ FTTP – Fiber to the Premises – zahrňuje FTTB a FTTH

Poskytovateľ	Typ	Označenie	Rýchlosť(Upload/Download)
DIGI	FTTP	Neposkytuje	
Slovakia	WiFi	Neposkytuje	
	xDSL	Neposkytuje	
Telekom	FTTP	Neposkytuje	
	VDSL	Magio Internet XL	50/5Mbps
		Magio Internet L	20/2Mbps
		Magio Internet M	4/0,5Mbps
Swan	FTTP	Neposkytuje	
	VDSL	VDSL Profi	50/5Mbps
	VDSL	VDSL Home	20/2Mbps
	ADSL	FLAT Profi	10/1Mbps
	ADSL	Flat Home	5/0,5Mbps
	Bezdrát	M	8/1Mbps
	Bezdrát	S	7/0,5Mbps
	Bezdrát	XS	5/0,5Mbps

Tabuľka 3 Rýchlosti pripojenia k internetu v Komárne v plánovanej lokalite

Výskum zistil že daná lokalita nie je pripojená k internetu pomocou vysokorýchlostného optického internetu. Koncoví používatelia sa môžu pripojiť na technológiách bezdrôtových alebo pomocou telefónnej linky. VDSL technológia už aktuálne využíva prenosové rýchlosti, ktoré sú blízko k limitom technológie. Aktuálne limity technológie VDSL sú 55Mbps smerom k používateľovi a 16Mbps smerom od používateľa, vyššie rýchlosti ponúka technológia VDSL2 [13]. Poskytovatelia internetu na svojich stránkach neuvádzajú rozdielne technológie VDSL a VDSL2 a všetko majú pod jednou kategóriou VDSL. Z analýzy vyplýva že danú lokalitu bude potrebné v blízkej budúcnosti rozšíriť o pripojenie, ktoré bude dosahovať vyššie rýchlosti v oboch smeroch. Z analýzy vidno že títo poskytovatelia neposkytujú symetrické pripojenie a maximálna rýchlosť odosielania údajov je 5Mbps. Vzhľadom na to že už aj niektorí domáci používatelia prevádzkujú vlastné sieťové úložisko, domáce servery a potrebujú sa vzdialene pripájať k úložisku a ku počítačom doma, tento faktor môže byť limitujúci pre túto skupinu. Z výskumu vidno, že v danej lokalite prevládajú veľkí operátori, ktorí nemajú v každej lokalite vybudovanú infraštruktúru na poskytovanie vysokorýchlostného internetu pomocou FTTH alebo FTTB ale stále je v danom meste

potenciál pre menšieho poskytovateľa internetu. V daných miestach prevláda xDSL technológia, ktorá má svoje obmedzenia sú popísané v nasledujúcich kapitolách.

Poskytovateľ	Typ	Maximálna rýchlosť
Telekom	FTTP	300/30Mbps
DIGI Slovakia	FTTP	40/20Mbps
Swan	FTTP	100/na Mbps

Tabuľka 4 Maximálne rýchlosti pripojenia k internetu v celom Komárne

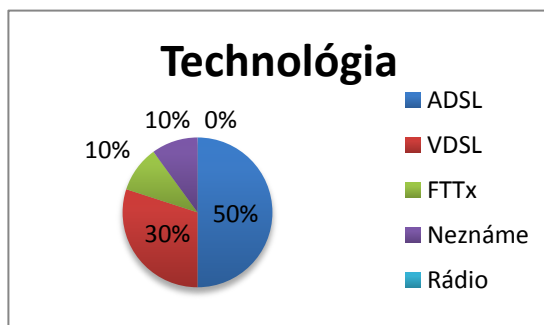
Z analýzy vidno, že poskytovatelia sú pripravení na rýchlosti ktoré požadujú nároční používatelia a ich optická sieť je na niektorých miestach pripravená na vysoké nároky na dátové prenosy.

2.5 Dotazník

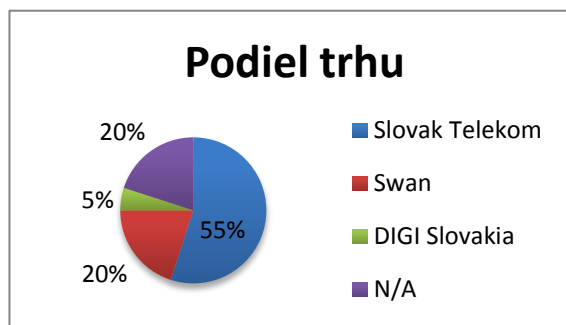
Stránky poskytovateľov neposkytujú dostatočné údaje na overenie existujúcich možností na pripojenie k vysokorýchlostnému internetu. Pomocou Google forms bol vytvorený dotazník, a na uliciach Slobody a Budovateľská bol dotazník vyplnený 20timi kandidátmi, ktorý bývajú v lokalite plánovanej výstavby siete pre poskytovanie vysokorýchlostného internetu. Dotazník bol vyplňovaný len osobami ktoré bývajú v danej lokalite. Osobne som sa pýtoval ľudí v danom sídlisku a v prípade nejasností som sa snažil vysvetliť problematiku. Dotazník obsahoval otázky týkajúce sa služieb poskytovania internetu (rýchlosť, doplnkové služby, spokojnosť, požiadavky), neobsahoval otázky týkajúce sa cien pripojenia. Tento projekt sa týka výstavby malej siete a nie vybudovania firmy pre poskytovanie internetu a strategických a marketingových plánov.

Dotazník bol vyplňovaný dňa 23.12.2014 a zúčastnilo sa ho 20 respondentov. Prieskumu sa zúčastnili občania vo vekovej kategórii od 20 rokov po 53 rokov. Priemerný vek bol 36,55 roka. Z dotazníku sa dá zistiť, že nie každý občan je informovaný o svojom pripojení k internetu. Toto môže byť spôsobené faktom že sa sami nestarajú o zriadenie internetu alebo faktom že nie sú dostatočne informačne vzdelaní. Tento fakt mohol spôsobiť aj vnesenie chýb do štatistiky. V štatistike sa objavujú údaje ktoré nie sú zhodné s predchádzajúcou analýzou poskytovateľov internetu v kapitole 2.4. Napríklad zanesenie poskytovateľa internetu DIGI Slovakia do štatistiky, ktorý podľa webových stránok neposkytuje pripojenie k internetu v danej lokalite a objavovanie sa vysokých rýchlostí, ktoré nie sú v základnej ponuke

poskytovateľa ale poskytovateľ túto službu dokáže na vyžiadanie poskytnúť. Grafy 1 až 4, analyzujú dotazník a prehľad internetového pripojenia v danej lokalite.

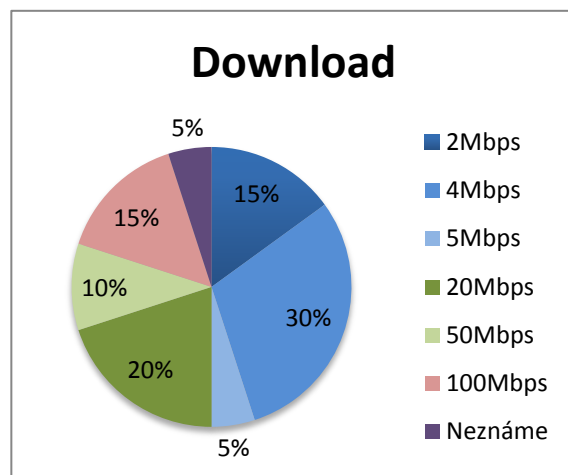


Graf 2 Technológie poskytovania internetu v Komárne vo vybranej lokalite

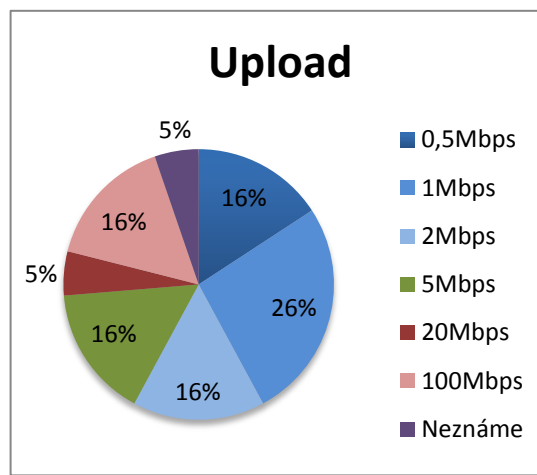


Graf 1 Poskytovatelia internetu v Komárne vo vybranej lokalite

Tieto grafy nám udávajú že nadpolovičnú väčšinu pripojenia v lokalite opýtaných poskytuje Telekom, za ním nasleduje SWAN. V používanej technológii má veľký podiel ADSL ktorý sa v danej lokalite používa už dlhé roky a za ním nasleduje technológia VDSL ktorá sa začala zavádzať u Telekomu v roku 2013 [11] a u SWANu v roku 2014 [14].



Graf 4 Rýchlosť sťahovania údajov v danej lokalite



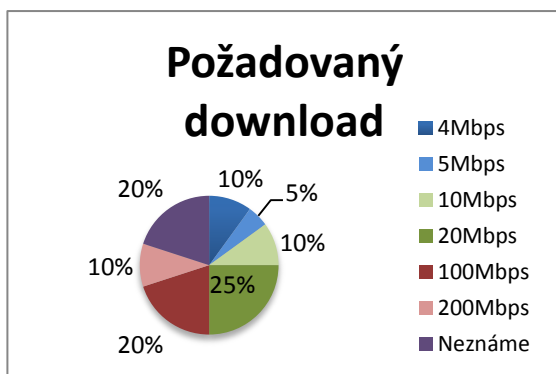
Graf 3 Rýchlosť odosielania údajov v danej lokalite

Z analýzy prenosových rýchlostí vidno, že rýchlosti stále dosahujú len niekoľko megabajtov a používatelia používajú väčšinou pripojenie, ktoré má rýchlosť sťahovania údajov menšiu ako 5Mbps. Táto rýchlosť je postačujúca pre prezeranie webových stránok, ale pre sťahovanie videa môže byť nedostačujúca. Analýza rýchlostí odosielania dát od používateľa, nám ukazuje na problém aktuálne používaných technológií v danej lokalite. Väčšina opýtaných, mala pripojenie k internetu s rýchlosťou odosielania dát menej ako 2Mbps. Táto rýchlosť už v dnešnej dobe nepostačuje na aktívne používanie domácich úložísk s vzdialeným prístupom alebo na

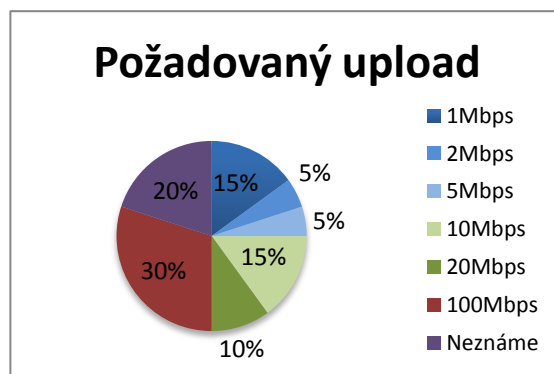
zdieľanie súborov. Už aj menší poskytovatelia poskytujú rýchlosti odosielenia dát nad 20Mbps. Rýchlosti odosielenia a sťahovania údajov sú informačné, poskytovatelia uvádzajú veľkosť agregácie, a tak aj 50Mbps pripojenie v časoch keď je vytiažená sieť môže klesnúť na menšie rýchlosti. V prípade Telekomu je v uvedená agregácia až 1:55 [15], to znamená že rýchlosť pripojenia môže maximálne klesnúť na $50/55=0.9\text{Mbps}$. Okrem agregácie poskytovatelia používajú aj FUP². U Telekomu pri službe VDSL je objem dát obmedzený na 300GB za mesiac a po prekročení tejto mesačnej hranice, rýchlosť môže klesnúť až na 256Kbps [15]. Ako vidno v štatistike sú aj rýchlosti ktoré nie sú v ponukách poskytovateľov. Tieto údaje sa do štatistiky zanesli neznalosťou používateľov alebo niektorí zákazníci poskytovateľov internetu majú špeciálne na mieru určené služby.

50% opýtaných bola spokojná s aktuálne používanými službami. Ostatní používatelia boli nespokojní alebo stredne spokojní s aktuálnym pripojením. Títo používatelia sa sťažovali na vysokú cenu, nespoľahlivosť pripojenia, pomalé rýchlosti a pomalé odosielenie údajov od používateľa. Vzhľadom na to, že používatelia boli spokojný s aktuálnymi službami, radi by uvítali modernejšie optické pripojenie. 75% opýtaných by malo záujem o optické pripojenie s vyššími prenosovými rýchlosťami. Okrem služieb pripojenia internetu viac ako polovica opýtaných používa aj telefón, pevnú linku od rovnakého poskytovateľa ako má na pripojenie k internetu a 25% opýtaných využíva aj televíziu od daného poskytovateľa.

Grafy zobrazujú rýchlosti pripojenia, ktoré by radi uvítali v prípade zavedenia optického internetu. Väčšina opýtaných požaduje rýchlosti sťahovania údajov už nad 10Mbps a rýchlosť odosielenia nad 5Mbps, opýtaní ktorí vyžadovali pomalšie rýchlosti sa pohybovali vo vekovej kategórii nad 45 rokov a je veľká pravdepodobnosť že



Graf 6 Požadovaná rýchlosť sťahovania údajov



Graf 5 Požadovaná rýchlosť odosielenia údajov

² FUP – Fair user policy

internet používajú len na prehliadanie webových stránok. Priemerná požadovaná rýchlosť sťahovania je 58Mbps a priemerná požadovaná rýchlosť odosielenia dát je 42,5Mbps. Opýtaný by uvítali viac ako stopercentné zvýšenie rýchlostí oboma smermi. Aktuálne priemerné rýchlosti boli 27Mbps a 18,5Mbps.

Vzhľadom na to, dotazníka mohli byť zanesené chyby, prebehla korekcia údajov. Z tabuľky aktuálnych rýchlostí pripojení boli odstránené rýchlosti, ktoré nie sú aktuálne v ponuke poskytovateľov internetu v danej lokalite. Niektorí používatelia môžu používať individuálne alebo staré tarify.

Užívateľ	Aktuálna rýchlosť sťahovania (Mbps)	Aktuálna rýchlosť odosielania (Mbps)	Požadovaná rýchlosť sťahovania (Mbps)	Požadovaná rýchlosť odosielania (Mbps)
1	2	0,5	100	100
2	2	0,5	20	2
3	20	2	20	10
4	2	2	100	100
5	4	0,5	200	100
6	50	5	20	20
7	50	5	10	10
8	20	20	10	10
9	4	4	20	5
10	4	1	100	100
11	20	5	100	100
12	20	2	20	20
13	4	1	200	100
14	5	1	5	1
15	4	1	4	1
16	4	1	4	1
Priemer	13,4375	3,21875	58,3125	42,5

Tabuľka 5 Aktuálne a požadované rýchlosti pripojenia vo vybranej oblasti v meste Komárno po korekcii

V prípade, že sa odstránili potenciálne chybné údaje, štatistika udáva, že zákazníci by uvítali štvornásobné zrýchlenie sťahovania dát a viac ako desať násobné

zvýšenie rýchlosti odosielania dát. Táto štatistika zobrazuje potenciál novej technológie v danej lokalite, ktorá dokáže uspokojiť zákazníkov.

2.6 Zhrnutie výsledkov dotazníku

Z dotazníku sme zistili, že približne polovica opýtaných užívateľov je spokojná so svojím aktuálnym pripojením ale, 75% opýtaných by uvítalo rýchlejšie pripojenie k internetu a privítali by rozšírenie nových technológií. Dotazník poukázal na fakt že priemerná poskytovaná rýchlosť nedosahuje požiadavky rýchlosti NGA sietí. 30% užívateľov využíva už technológiu VDSL a z toho iba tretina zákazníkov využíva rýchlosti prenosu nad 30 Mbps. Tento fakt môže byť vyvolaný vysokou cenou alebo nedostupnosťou vyššej rýchlosti. Dotazník poukázal na fakt že výstavba infraštruktúry na poskytovanie vysokorýchlostného internetu v tejto lokalite má reálnu šancu na úspech. Dotazník nepriamo poukazuje na fakt, že lokalita nemá infraštruktúru ktorá by dokázala poskytovať prenosové rýchlosti nad 30Mbps v celej oblasti.

3 Teoretické východiská práce

Pre založenie poskytovateľa internetu je potrebné sa najprv oboznámiť s technológiami ktoré sú dostupné pre toto odvetvie podnikania, s povoleniami potrebnými k podnikaniu a s licenciami u rádiokomunikačného úradu. Pred návrhom je potrebné analyzovať danú lokalitu a určiť možnosti výstavby sieťovej infraštruktúry. Na trhu existuje veľké množstvo technológií pre výstavbu sieťovej infraštruktúry pre poskytovanie internetu. Výber technológie a značky zariadení má vplyv na budúcnosť celej siete a na financie spojené s prevádzkou siete. Po výbere technológií je potrebné ju nasadiť a vybudovať infraštruktúru. Pre minimalizáciu nákladov a času je nutné tento proces koordinovať. K tomuto nám pomôže projektový manažment.

3.1 Internet service provider

3.1.1 Podnikanie v segmente poskytovania internetu

ISP je skratka Internet service provider. Z toho vyplýva, že je to firma ktorá poskytuje internet. Hlavnú podnikateľskú činnosť tvorí pripojovanie bytov, domov alebo jednotlivcov k verejnému internetu. Poskytovanie internetu je náročné technicky, ale aj z konkurenčnej stránky. Tento podnikateľský zámer sa začal rozširovať veľmi rýchlo od roku 2004, podnikatelia v ňom videli veľký potenciál [1]. V dnešnej dobe je na trhu obrovská konkurencia. Existujú firmy ktoré majú vybudovanú veľkú vlastnú sieť po celej republike a malí lokálni poskytovatelia. Cieľom tejto práce je vytvoriť projekt na výstavbu siete pre lokálneho poskytovateľa internetu. Úspech menších poskytovateľov je založený práve na pokrytí zatiaľ nepokrytých lokalít a na poskytovaní služieb vytvorených presne na mieru. Na Slovensku sa veľkí poskytovatelia zameriavajú hlavne na bytové domy a miesta s veľkou hustotou obyvateľstva, obchádzajú menšie dediny s malou hustotou obyvateľstva. Aj tento fakt podporil malých poskytovateľov.

K tomuto podnikaniu je potrebné vybudovať dátovú infraštruktúru, serverovú miestnosť, zabezpečiť redundanciu a záložné linky, vybrať distribútora na pasívne a aktívne prvky, zabezpečiť monitorovanie siete a pripojených používateľov, vybaviť povolenia na výkopové práce a povolenia na inštalovanie vlastných zariadení do obytných domov, pripojiť sieťovú infraštruktúru k vysokorýchlostnému internetu a mnoho iného. Je vhodné vypracovať si projektový plán na výstavbu infraštruktúry,

a tak minimalizovať straty a náklady a zároveň presne určiť termín ukončenia projektu a spustenia prevádzky siete alebo časti siete [16].

Pre poskytovanie internetu je potrebné byť fyzická, právnická osoba, vlastniť živnostenské povolenie alebo je potrebné založiť spoločnosť s ručením obmedzením alebo akciovú spoločnosť. Poskytovateľ internetu musí mať viac voľných činností zapísaných v živnosti. K hlavnej činnosti sa viaže poskytovanie internetových služieb, automatizované spracovanie dát, návrh a realizácia počítačových sietí, poskytovanie voľne dostupných informácií z internetu a počítačové služby. Tieto činnosti nestačia pre úspešné fungovanie podniku. Pre reklamné účely slúži sprostredkovateľská činnosť v oblasti obchodu, reklamy a dopravy reklamná, propagačná a inzertná činnosť. Ešte je potrebné mať k tomu povolenie na kúpu tovaru na účely jeho predaja konečnému spotrebiteľovi- maloobchod v rozsahu voľnej živnosti.

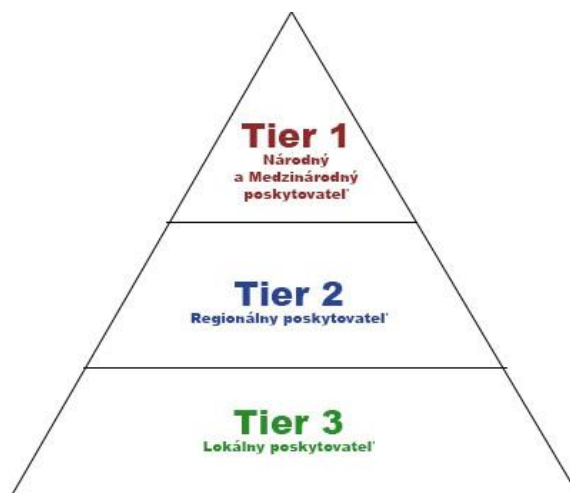
Poskytovanie internetu je činnosť, na ktorú sa viaže telekomunikačný zákon. Pre podnikanie s poskytovaním pripojenia k internetu je potrebné získať povolenie od telekomunikačného úradu. Ku podnikaniu v oblasti elektronických komunikácií musí žiadateľ splniť podmienky všeobecného povolenia VP č. 1/2014. Dôležitý je článok III. "Oznamovacia povinnosť". Podnikateľ musí oznámiť svoj zámer pomocou oznamovacieho formulára, ktorý bude obsahovať podrobné údaje o jeho elektronickej komunikačnej sieti. Podľa zákona je potrebné predložiť technické špecifikácie ponúkaných rozhraní verejnej siete [17].

3.2 Metodika návrhu

Na začiatku projektu je potrebné navrhnuť a vybrať technológie, ktoré sa majú použiť. Navrhnuť trasy od prípojného bodu až k vlastnej centrále a z centrály k jednotlivým budovám a zákazníkom. Existujú prípojné body kde majú veľkí operátory natiahnutú vysokorýchlostnú optickú linku a sú schopní poskytnúť pripojenie pre poskytovateľov internetu pre danú lokalitu. V Českej republike je najväčším peering centrom NIX (Neutral internet Exchange) [18]. Na Slovensku a v Česku ponúka vysokorýchlostné pripojenie vhodné pre ISP Telekom, GTS, DIGI Slovakia alebo SIX.

Internet má hierarchickú štruktúru. Na vrchole stoja najväčší poskytovatelia internetu, tier 1. Na tejto vrstve si poskytovatelia nekupujú pripojenie k internetu ale bezplatne prepojujú ostatných poskytovateľov internetu tejto vrstvy, a tak vytvárajú celosvetovú sieť internetu. K tejto vrstve sa pripoja poskytovatelia vrstvy tier 2.

Poskytovatelia tejto vrstvy obvykle nemajú koncových používateľov a čiastočne poskytujú zdieľanie liniek [19]. Vrstva tier 3, sa skladá z poskytovateľov internetu, ktorí poskytujú pripojenie k internetu priamo pre koncových zákazníkov alebo pre menších poskytovateľov. Pri výbere subdodávateľa internetu je dôležitým faktorom cena, služby a dostupnosť.



Obrázok 4 hierarchia internetu [19]

Ďalej nasleduje návrh optickej trasy od prípojného centra až k jednotlivým lokalitám, kde sa plánuje pokrytie vysokorýchlostným internetom. Na prepojovanie medzi centrálou a prístupovou vrstvou sa používajú výhradne optické vlákna. V kapitole 3.3.4 sú popísané optické technológie a ich výhody oproti metalickému vedeniu. Pri návrhu je potrebné brať do úvahy možnosti redundantných trás, geologické vlastnosti daného územia, majiteľov pozemkov cez ktoré povedú optické trasy, geologické vlastnosti, možnosti výkopu, a povolenia na výkopové práce.

Finančné prostriedky vo veľkej miere ovplyvňujú optické trasy. Ďalej je potrebné brať do úvahy možnosti optických vlákien a koncových prvkov. Pri inštalovaní optického vlákna treba dodržiavať odporúčané parametre inštalácie. Najčastejšie sa nedodržiava polomer ohybu optického vlákna. Táto nevhodná inštalácia znižuje kvalitu optického vedenia a zvyšuje sa útlm vo vlákne.

Náklady na povolenia, a presnejšie informácie a možnosti výkopových prác je možné určiť fyzickým preskúmaním daného územia a navštívením katastrálneho úradu alebo majiteľov pozemkov, kde budú vedené optické trasy. Existujú špecializované firmy, ktoré sa zaoberajú inštaláciou optických vlákien, povolení a zápisom do katastrálneho registra.

3.3 Technologíe pre ISP

Pre danú oblasť podnikania existuje veľké množstvo technológií a techník, z ktorých je problematické vybrať a nasadiť tú správnu. Táto kapitola popisuje teoretické požiadavky na infraštruktúru ISP siete a jednotlivé technologické možnosti. Pri výbere technológií je dôležité uvážiť budúce náklady na prevádzku. Menšie počiatočné investície môžu znamenať väčšie budúce výdaje na servis a údržbu. Popis technológií bude nasledovať referenčný ISO/OSI model.

Vrstva	Protokoly
Aplikačná	NFS, DNS,
Prezenčná	telnet, ftp,
Relačná	RIP, SNMP
Transportná	TCP, UDP
Sieťová	IP, ARP, ICMP
Linková	PPP, IEEE 802.2
Fyzická	Ethernet(IEEE 802.3), Token Ring

Tabuľka 6 Referenčný model ISO/OSI [20]

3.3.1 Prenosové prostredie

Siete pre poskytovateľov internetu kombinujú rôzne prenosové médiá. Každé médium je vhodné na iné použitie a má iné finančné náklady. Táto kapitola preberá teoretické a fyzické vlastnosti a možnosti nasadenia jednotlivých prenosových médií.

3.3.1.1 Optické vlákna

Často používané médium na vytvorenie vysokorýchlostného spoja je optické vlákno. Optické vlákno sa vyrába z plastu alebo z kremičitého skla. Priemer jadra vlákna je 9, 50 alebo 62.5 mikrometrov [21]. Vlákno prenáša svetlo z jedného vysielača, ktorý môže byť laser alebo dióda na prijímač. Cez optické vlákna je možné prenášať údaje rýchlosťou až 100Gbps a na vzdialenosti viac ako 100km bez aktívneho prvku [21]. Takúto rýchlosť a vzdialenosť v súčasnej dobe nedosiahne žiadna iná technológia.

Pri optických kábloch je potrebné rozlišovať multimode a singlemode optické vlákna. Rozdiel je v hrúbke optického vlákna, ktorý má vplyv na rozptyl a odraz svetla v optickom vlákne [21]. Rozptyl svetla v optickom vlákne súvisí s dosahom

a maximálnou dĺžkou optického spoja. Multimode vlákna dosahujú vzdialenosti 550m a pomocou singlemode vlákna je možné prekonať viac ako 100km.

Optické vlákna sa používajú nielen na dlhé spoje ako sú metropolitné siete, transportné siete ale aj na krátke spoje niekoľko stoviek metrov alebo jednotiek metrov. Používajú sa na prepojovanie koncových používateľov v ISP sieti. V niektorých kancelárskych budovách nahradili aj metalické siete (FTTO³) a používajú sa aj na prepojovanie zariadení v serverovej miestnosti. Pri prepojení serverov poskytujú zároveň galvanické oddelenie jednotlivých prvkov.

Na spájanie optického vlákna sa používajú konektory, zváranie alebo Fibrlok, ktoré umožnia spojiť optické vlákna bez zvárania a bez konektorov. Na pripájanie optického vlákna sa používajú rôzne druhy optických konektorov. V súčasnej dobe najrozšírenejšie sú konektory SC a LC ale existujú staršie zariadenia, kde sa používa E2000 alebo ST konektor [22]. Pri optických spojoch a zvaroch treba brať do úvahy útlm na optickom konektore a pri výpočte výkonu optického modulu sa zvolí modul, ktorý má dostatočný výkon na presvietenie celej optickej trasy. Na útlm optického vlákna majú vplyv optické konektory, zvary, dĺžka optického vlákna, typ optického vlákna a záhyby optického vlákna.

Materiál	Typický útlm
1km SM vlákno	0,3 dB
SC/APC konektor	< 0,3 dB
SC/UPC konektor	< 0,5 dB
Zvar	< 0,1 dB
Fibrlok	< 0,1 dB

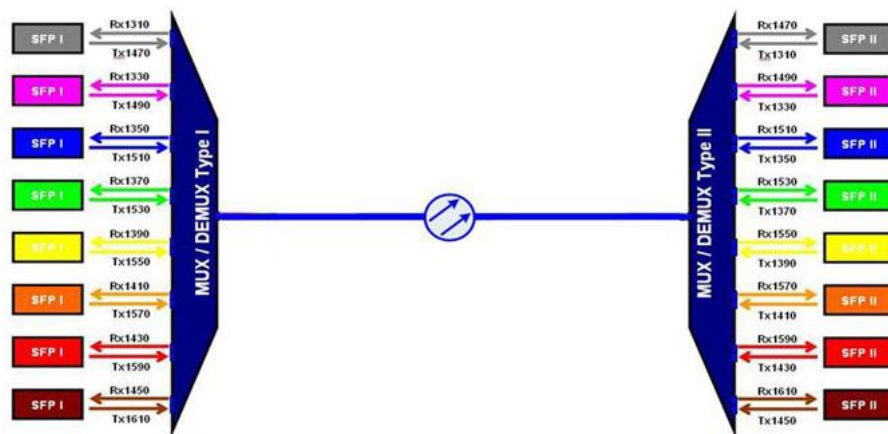
Tabuľka 7 Typický útlm optických prvkov [23]

S optickým konektorom súvisí aj spôsob prenosu údajov cez optické vlákno. Existujú dva druhy prístupu. Prepojenie dvoch zariadení prebieha pomocou dvoch optických vlákien alebo pomocou jedného optického vlákna oboma smermi. Táto komunikácia je zabezpečená pomocou rozdielnych vlnových dĺžok. Technológia ktorá toto zabezpečí sa nazýva WDM⁴. Tento spôsob komunikácie umožňuje znížiť počet vlákien potrebných na komunikáciu. V prípade že je potrebné cez jedno vlákno zabezpečiť komunikáciu viacerých zariadení, je možné použiť vlnový multiplex a technológie CWDM a DWDM. Cez jedno vlákno sa komunikuje viacerými vlnovými

³ FTTO – Fiber to the Office – Optické vlákno do kancelárie

⁴ WDM- Wavelength-Division Multiplexing- vlnový multiplex

dĺžkami. Táto technológia sa využíva na miestach, kde je malý počet optických vlákien a nie je možné pridať do trasy optické vlákno. Pomocou CWDM technológie je možné komunikovať na 16 vlnových dĺžkach a to nám zabezpečí možnosť komunikovať 8 zariadeniam obojsmerne (Full Duplex) [24].



Obrázok 5 CWDM [24]

Nevyhnutné zariadenie k optickej infraštruktúre sú optické moduly. Optické moduly sa pripájajú k aktívnym prvkom pomocou špeciálnych konektorov, ako sú SFP, SFP+, XFP a XENPAK. Tieto prvky sa vyberú na základe optickej infraštruktúry a požadovaných vlastností. Rozlišuje sa tu prenosová rýchlosť (100Mbps, 1000Mbps, 10Gbps, 40Gbps a 100Gbps), optický konektor a počet vlákien cez ktoré prebieha komunikácia, typ použitého vlákna, vlnová dĺžka a výkon optického modulu [22].

3.3.1.2 Metalické káble

Dlhé roky najrozšírenejšie prenosové médium pre dáta je metalické vedenie. V počítačových sieťach sa používa krútená dvojlinka. V jednom vodiči 4 krútené dvojlinky [21]. Existujúce dvoj a štvor žilové metalické káble na prenos analógového telefónneho signálu. V súčasnosti sa používajú na xDSL technológiu [13]. V metalických prenosových sieťach je možné používať ešte aj koaxiálne káble ale tie majú v dnešnej dobe iné primárne využitia ako na sieťovanie. Krútená dvojlinka sa v súčasnosti používa ako primárny prostriedok na prepojenie zariadení v sieti. Metalické vodiče sa hlavne používajú v budovách na pripojovanie počítačov ku switchom, FTTB alebo na prepojenie zariadení v serverových miestnostiach. Metalické ethernet káble sa delia podľa vlastností vodiča a podľa typu izolácie. Delia sa do kategórií podľa tabuľky 8.

Typ	Maximálna rýchlosť	Maximálna vzdialenosť
Cat 5	100 Mbps	100m
Cat 5e	1 Gbps	100m
Cat 6	1 Gbps	100m
Cat 6	10 Gbps	55m

Tabuľka 8 Kategórie krútených dvojliniek [22]

Jednotlivé vodiče sa od seba odlišujú aj tinením. Netienený kábel sa označuje UTP a tienený sa označuje FTP alebo STP [21]. Tienené káble rozlišujeme podľa typu tinenia a podľa toho či sú tienené krútené dvojlinky alebo celý vodič. Najväčším obmedzením je prenosová rýchlosť a maximálna vzdialenosť takýchto spojov, ktorá je obmedzená na 100m [21]. Táto vzdialenosť na prepojenie vzdialenejších zariadení nestačí. Metalické káble sú ideálne na pripojovanie koncových zariadení k prístupovej vrstve a na menšie vzdialenosti.

	Optická linka	Metalická linka
Maximálna prenosová rýchlosť	100Gbps	10Gbps(Cat6)
Maximálna vzdialenosť	Nad 100km	100m
Galvanické oddelenie	Áno	Nie

Tabuľka 9 Porovnanie vlastností optickej a metalickej linky [22]

3.3.1.3 Bezdrôtový prenos

Bezdrôtové technológie sú veľmi rozšírené. Používajú sa na pripojenie prenosných zariadení, ale aj na vzdialené prepojenie dvoch bodov. V domácnosti alebo v budovách sa používa technológia WiFi na pripojovanie mobilov, počítačov alebo iných bezdrôtových zariadení na malé vzdialenosti. Využíva sa frekvencia 2,4Ghz a 5Ghz. Pomocou smerových antén je možné použiť technológiu na prenos na vzdialenosti až niekoľko kilometrov. Alcoma, česká firma vyvíja bezdrôtové spoje ktoré pracujú na vysokej frekvencii (až 80Ghz) a sú schopné dosiahnuť rýchlosti nad 1Gbps a dosahom nad 5km [25].

Pri bezdrôtových rádiových spojoch je veľký problém so zarušeným priestorom a prenosovou rýchlosťou. Okolo seba máme zariadenia ktoré neustále komunikujú s rádiovou centrálou cez bezlicenčné pásma a každý používa Wifi prístupové body na prístup k internetu. V domácnosti a okolo nás sa nachádzajú desiatky zariadení, ktoré komunikujú bezdrôtovo a generujú rušenie. V zarušenom priestore klesajú prenosové rýchlosti. Bezdrôtový spoj poskytuje pre poskytovateľov jednoduché a cenovo dostupné riešenia ako pripojiť miesta kde je problematické umiestniť optické vedenie, alebo

miesta kde daný poskytovateľ nemá možnosť na iné pripojenie. Bezdrôtové spoje nie sú tak dokonalé ako spoje cez optické vlákna [21]. Vzdušný priestor je zarušený čím ďalej, tým viac. Zvyšovať prenosovú rýchlosť bude čoraz náročnejšie.

3.3.2 Výstavba optickej infraštruktúry

3.3.2.1 Umiestnenie vlákna

Pri výstavbe optickej siete je potrebné vybudovať optické linky ku koncovému zákazníkovi. Optické káble je potrebné podľa vyhlášky 532 umiestňovať pod povrch zeme v zastavanej časti [26]. Iné umiestnenie je povolené iba v prípade že to nie je v rozpore s územným plánom alebo ako dočasné umiestnenie. Vedenie optického kábla pod zemou je finančne náročnejšie na výstavbu ako pri vedení vzduchom. Pri vedení vzduchom hrozí nebezpečenstvo pretrhnutia optického kábla. Menší poskytovatelia internetu využívajú nadzemné optické trasy v menších obciach pre rýchlu a málo nákladnú realizáciu optických rozvodov. Umiestnenie musí rešpektovať Zákon o elektronických komunikáciách. Umiestnenie optického vlákna do zeme musí rešpektovať existujúce inžinierske siete. Musia sa dodržiavať vzdialenosti podľa normy a musia sa dodržiavať ochranné pásma. K tomuto je potrebné aby vlastníci a správcovia podzemných vedení vytýčili ich presnú polohu [27].

	Umiestnenie do zeme	Umiestnenie do vzduchu
Typ optického vlákna	S centrálnym ťahovým členom	Drop káble so zvýšenou odolnosťou
Umiestnenie	HDPE a mikrotrubička	Vzduch, zavesenie pomocou kotviacich členov
Výhoda	Dlhá životnosť Umiestnené v chránenom prostredí	Rýchla inštalácia Nízke náklady
Nevýhoda	Vysoké náklady Časovo náročné	Nechránené prostredie Náchylné na prerušenie linky Malá životnosť

Tabuľka 10 Porovnanie umiestnenia optického kábla

3.3.2.2 Povolenia a povinnosti

Pred umiestňovaním optických vlákien pod zem je potrebné vykonať výkopové práce a získať stavebné povolenie. Stavebné povolenie sa vydáva na základe požiadavky, ktorý obsahuje projekt na umiestnenie vlákien. Povolenie vydáva stavebný

úrad. K povolenia je potrebné prejsť umiestnenie vlákien s vlastními pozemkov na ktorých pôjde optické vlákno a je potrebné vybaviť vecné bremená. Pri výkopových prácach je potrebné prekonať rôzne druhy pôd. Optické vlákno sa umiestňuje približne do hĺbky 60 cm pod povrch. Najjednoduchší povrch, kde je možné kopať ale niekde je potrebné pretlačiť trubicu pod cestnou komunikáciou bez možnosti výkopu. Po ukončení výkopových prác a umiestnení optického vedenia je potrebné vrátiť terén späť do pôvodného stavu, vykonať geodetické zameranie a zapísať na úrade umiestnenie optického vlákna do katastrálneho registra [26].

3.3.2.3 Technika

Do zeme sa optické vlákno umiestňuje do chráničiek. Často používaná ochranná trubka pre vedenie optického vlákna pod zemou je HDPE 40/33 a HDPE 10/5,5. Pri pokladaní ochranných trubiek musia byť dodržané technologické predpisy a postupy predpísané výrobcom. Pri pokladaní sa musí dodržiavať najmenší dovolený polomer ohybu trubky. Spájanie HDP trubiek prebieha pomocou mechanických spojok. Po položení ochranných trubiek je potrebné previesť kontrolu trasy. Pri kontrole sa prevedie testovanie priechodnosti pomocou tlakového piestu a zároveň aj kontrola tesnosti pomocou tlakovej skúšky. Konce trubiek sú vyvedené do distribučných centier a distribučných boxov. V týchto miestach sa umiestňujú aktívne alebo pasívne sieťové prvky na rozvetvenie dátového toku. Po umiestnení ochranných trubiek je možné do nej umiestniť optické vlákno. Tento proces prebieha pomocou zafukovania. Zafukovanie optického kábla mechanicky nenamáha optický kábel [22]. Kábel môže byť zatiahnutý po celej vzdialenosti HDPE chráničky. Týmto spôsobom je možné zafukovať optické vlákna dlhé niekoľko kilometrov. Do dĺžky 100m nie je potrebné používať zafukovanie. Tento úkon prebieha pomocou špeciálneho prístroja. Výber optického vlákna závisí od spôsobu pripojovania zákazníkov a od budúceho plánovaného rozvoja siete. Obecne platí, že je potrebné zafukovať kábel, ktoré má väčší počet vlákien ako sa plánuje aktuálne využívať.

3.3.3 xDSL

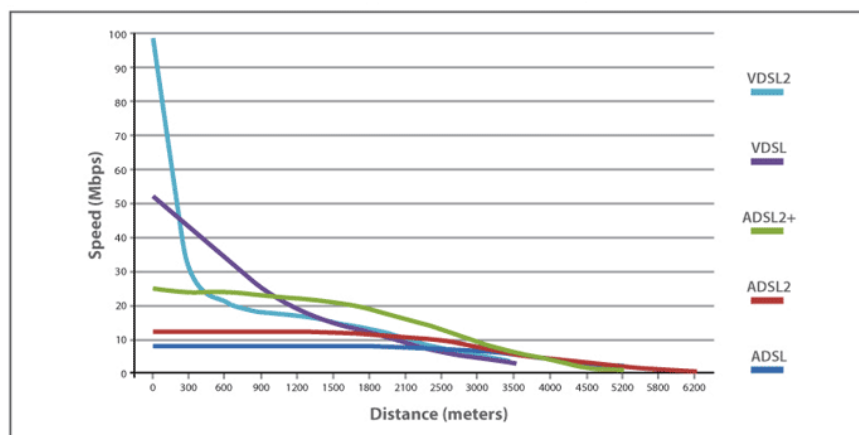
xDSL je technológia, ktorá je založená na telefónnych linkách. xDSL technológie je možné zaradiť medzi FTTC⁵ a FTTN⁶. Na prenos údajov sa využíva analógová

⁵ FTTC- Fiber-to-the-cabinet – optické vlákno je obvykle do vzdialenosti 300m od koncového zariadenia

telefónna linka a metalické vedenia pre pevnú telefónnu linku. Dáta sa prenášajú na vysokej frekvencii. Tento typ pripojenia väčšinou používajú veľkí telekomunikační operátori, ktorí už majú vybudovanú analógovú telefónnu sieť alebo prenajímajú linky. Menší a lokálny operátory málokedy používajú technológiu xDSL. Menší poskytovatelia nebudujú DSL siete kvôli technickým obmedzeniam. Výstavba optickej siete nie je finančne náročnejšia ako výstavba analógovej telefónnej linky, je však vhodnejšia na budúci rozvoj a rozširovanie. V Slovenskej republike sa používajú varianty xDSL, ADSL a VDSL [1]. K DSL linke sa pripojí modem a je možné súčasne používať pripojenie k internetu a pevnú linku. V prípade technológií DSL rýchlosť je závislá na vzdialenosti klienta od ústredne [28].

Technológia	Maximálna rýchlosť šťahovania údajov	Maximálna rýchlosť odosielania údajov
ADSL	8 Mbps	1 Mbps
ADSL2	12Mbps	1 Mbps
VDSL	55 Mbps	16 Mbps
VDSL2	100 Mbps	100 Mbps

Tabuľka 11 Maximálne rýchlosti xDSL



Graf 7 Závislosť prenosovej rýchlosti xDSL na vzdialenosti od ústredne [28]

3.3.4 FTTP

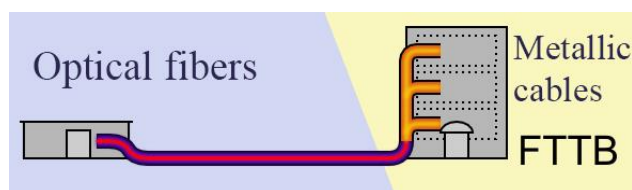
Vzhľadom na to, že poskytovateľ bude pripojovať zákazníkov na vysokorýchlostný internet, je potrebné zvoliť technológiu ktorá dokáže zabezpečiť vysokorýchlostné dátové prenosy.

⁶ FTTP- Fiber-to-the-node – optické vlákno je ukončené niekoľko kilometrov od koncového zariadenia

Pri kombinácii metalického a optického spoja je možné zaviesť optické pripojenie do budov, a k zákazníkom sa vybuduje metalická sieť, v tomto prípade sa jedná o FTTB. Ďalšia možnosť pripojenia koncových používateľov pomocou optického vlákna, v tomto prípade sa jedná o FTTH.

3.3.4.1 FTTB

Fiber-to-the-building je infraštruktúra v ktorej optické vlákno z centrálneho poskytovateľa internetu smeruje až do budovy alebo bytového domu. Na tomto mieste je aktívny prvok, switch, ktorý má optický modul SFP a RJ-45 konektory. Na pripojenie jednotlivých koncových zákazníkov je použitá metalická krútená dvojlinka. Toto riešenie je finančne nenáročné na počiatočnú investíciu a inštalácia metalického kábla ku koncovému zákazníkovi je jednoduchá. Veľká výhoda tohto riešenia je v eliminácii špeciálnych prevodníkov a optických koncových jednotiek u koncového zákazníka. Všetky počítače sú väčšinou vybavené sieťovou kartou s RJ45 konektorom. Bezdrôtové koncové jednotky pre metalické rozvody sú cenovo dostupné. Teoretické rýchlosti prenosu sú obmedzené na 100Mbps a na 1000Mbps v oboch smeroch aj k používateľovi a aj od používateľa [21]. Obmedzenie je spôsobené technológiou, ktorá je dnes rozšírená. Využívajú sa metalické vedenia Cat5 a Cat5e a sieťové prvky v koncových zariadeniach s maximálnou prenosovou rýchlosťou 1000Mbps [22]. V dnešnej dobe vyššie rýchlosti nie sú požadované, ale vysoký nárast dátových tokov môže priniesť zvýšenie požiadaviek zákazníkov a zákazníci budú požadovať vyššie rýchlosti.



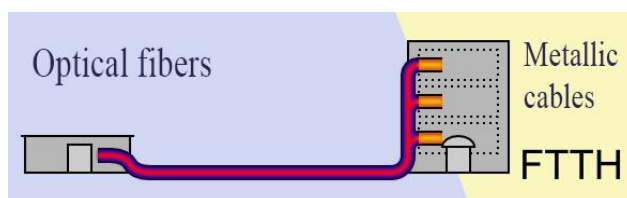
Obrázok 6 FTTB [29]

Výhody	Nevýhody
Jednoduché a rýchle vybudovanie infraštruktúry	Vzdialenosť zákazníka od aktívneho prvku (max. 100m)
Nízka cena aktívnych prvk (24portový Gigabitový prepínač od 4000 Kč)	Aktívne prvky v budovách , povolenie, dodávka elektrickej energie
Vysoké prenosové rýchlosti	
Lacné koncové zariadenia	

Tabuľka 12 Výhody a nevýhody FTTB

3.3.4.2 FTTH

Veľmi rýchly nárast je vidno v technológii FTTH. Fiber-to-the-Home znamená, že optické vlákno je ukončené priamo až u koncového zákazníka. Optické vlákno je použité na celej trase od centrálly až po koncového zákazníka. FTTH delíme na dve hlavné podskupiny, na aktívnu bod-bod a pasívnu optickú sieť. V aktívnej optickej sieti je optické vlákno vedené z centrálly do budovy alebo bytového domu. V tomto bode sa nasadí aktívny prvok, optický switch, ktorý rozdelí jednu optickú linku na viacej liniek pomocou aktívneho zariadenia. Z optického prepínača smeruje optické vlákno až priamo k zákazníkovi. Vzhľadom na to, že v dnešnej dobe nie sú rozšírené v počítači sieťové karty na optické siete, používajú sa koncové jednotky ktoré prekonvertujú optickú linku na metalickú linku. Nevýhoda tejto inštalácie spočíva v cene optických prepínačov a v ich veľkej spotrebe. Aktívna optická sieť tak má rovnaké obmedzenia rýchlosti v súčasnej dobe ako FTTB, maximálne rýchlosti sú 100 a 1000Mbps. Použitie aktívnej optickej siete je výhodné hlavne kvôli marketingu a rozšíriteľnosti v budúcnosti pre prípad keď, poskytovateľ pripája rodinné domy alebo miesta, kde je malá penetrácia bytov a byty sú od prepínača vzdialené viac ako 100m. Hlavná výhoda aktívnej optickej siete tvorí jednoduchý prechod na pasívnu optiku a jednoduchý prechod na vyššie rýchlosti (10Gb) [22].



Obrázok 7 FTTH [29]

Výhody	Nevýhody
Veľká vzdialenosť zákazníka od aktívneho	Aktívne prvky v budovách , povolenie, dodávka elektrickej energie
Jednoduchý prechod na 10Gb	Vysoká spotreba optických prepínačov
CATV a internet na jednom vlákne	Vysoká cena optických prepínačov
	Vysoká cena koncových jednotiek

Tabuľka 13 Výhody a nevýhody aktívnej FTTH

3.3.4.3 FTTH PON

Predstavenie pasívnej optickej siete vyvolalo veľké zmeny v budovaní sietí poskytovateľov internetu. Umožňuje znižovať náklady na prevádzku a zvyšovať prenosovú rýchlosť. Pasívna optická sieť patrí medzi FTTH technológie. Táto technológia nevyužíva aktívne prepínače. Aktívne prepínače nahradili pasívne optické rozbočovače (splittery), ktoré nepotrebujú napájanie a žiadnu údržbu. Aktívny prvok v sieťovej infraštruktúre tvorí centrálna jednotka OLT⁷. Centrálna jednotka obsahuje optické výstupy, a pomocou optického vlákna sa privedie konektivita až do budovy kde sú pripojení zákazníci. Pomocou pasívneho splitteru sa jedno optické vlákno rozdelí na viacej optických trás. Aktuálne dostupné technológie podporujú vetvenie až na 64-128 koncových jednotiek [30]. Z optického rozbočovača sa jednotlivé vlákna privedú až ku koncovým zákazníkom. U zákazníka je použitá optická koncová jednotka ONT⁸ alebo ONU⁹, ktorá prevedie optický signál na RJ-45 port.

Výhoda pasívnej optickej siete spočíva v malej spotrebe zariadení poskytovateľa internetu, v jednotnom managemente a v rozšíriteľnosti v budúcnosti. Menšia centrálna jednotka má spotrebu do 70W a je možné naň pripojiť 512-1024 zákazníkov [31]. Poskytovateľ internetu minimalizuje svoje náklady na napájanie zariadení a eliminuje napájanie switchov, ktoré je problematické v bytových domoch. Nevýhoda tohto systému spočíva v cene optických vlákien a vo vysokej cene koncových jednotiek, ktoré je nutné použiť pre zakončenie optického vlákna.

⁷ OLT- Optical Line Terminal – Optické linkové zakončenie ktoré slúži ako prevodník medzi sieťou poskytovateľa a PON sieťou

⁸ ONT – Optical Network Terminal – Optický sieťový zakončovač používaný pri technológii GPON

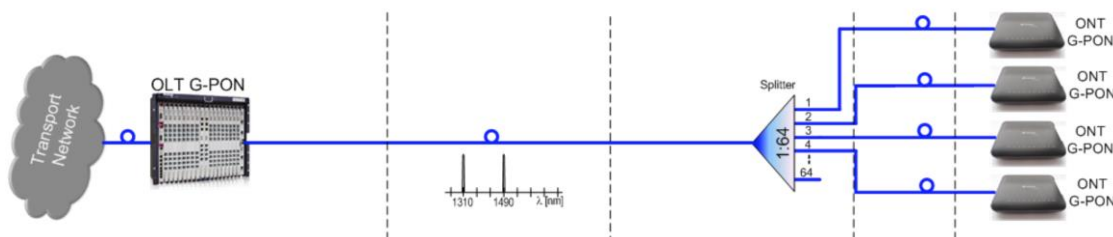
⁹ ONU – Optical Network Unit – Optická sieťová jednotka používaná pri GPON technológii

	GPON	GEPON
Maximálny Split	1:128	1:64
Maximálna vzdialenosť klienta od ústredne	20 km	20 km
Maximálna rýchlosť smerom od centrály ku klientovi	2,5 Gbps	1.25 Gbps (Turbo GEPON 2,5 Gbps)
Maximálna rýchlosť smerom od klienta k centrále	1,25 Gbps	1,25 Gbps
Celkové náklady na zákazníka	Stredné	Nízke
Základ technológie	ATM	Ethernet
Optická komunikácia	TDMA WDM(1490nm/1310nm)	TDMA WDM(1490nm/1310nm)

Tabuľka 14 Porovnanie PON technológií [30]

Táto technológia sa veľmi rýchlo vyvíja. Existujú technológie, ktoré dokážu komunikovať na rýchlostiach 10Gbps alebo 40Gbps alebo WDM PON, ktorý používa viacej vlnových dĺžok na komunikáciu s určitými klientmi [30]. Tieto technológie sú v súčasnej dobe finančne nedostupné a poskytovatelia internetu danú technológiu nenasadzujú.

Celosvetovo sa pasívne optické siete nasadzujú a nahrádzajú aktívne optické siete. Veľké nasadzovanie prebieha v Ázijských krajinách. Na Českom a Slovenskom trhu stále viac poskytovateľov internetu tiež nasadzuje pasívnu optiku [1].



Obrázok 8 PON sieť [30]

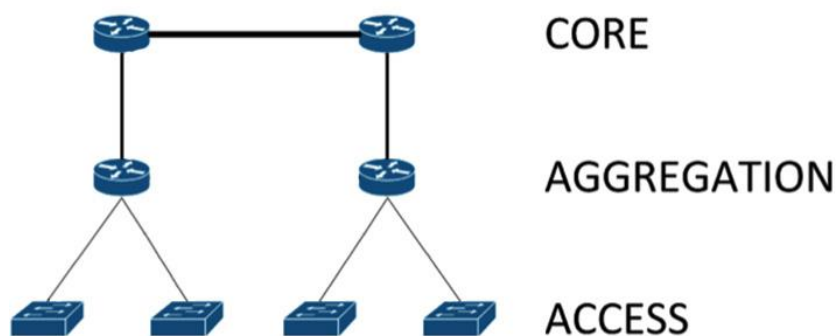
Výhody	Nevýhody
Malá spotreba 70W/1024 klientov [31]	Cena koncových jednotiek
Pasívne prvky bez napájania	Obmedzená rýchlosť(GPON 2.5Gbps/1.25Gbps pre 128 koncových používateľov)
CATV a internet na jednom vlákne	Zdieľané prenosové médium
Vzdialenosť zákazníka od aktívneho prvku (max. 20km)	

Tabuľka 15 Výhody a nevýhody pasívnej FTTH

3.3.5 Aktívne prvky

K prepojeniu používateľov a k ich pripojeniu k internetu je potrebné nasadiť aktívne prvky, ktoré vedú prepínajú a smerujú dátový tok. Ich úlohou je riadiť dátový tok, rozložiť záťaž medzi linkami a možnosť pripojovať viacej používateľov.

Klasická štruktúra siete má stromovitý tvar a delí sa na 3 vrstvy. Túto štruktúru využívajú aj poskytovatelia internetu. Každá vrstva má iné priority a rieši iné funkcie v sieti. Podľa funkcionality je odstupňovaná aj dátová a funkčná náročnosť aktívnych prvkov na jednotlivých vrstvách [32].

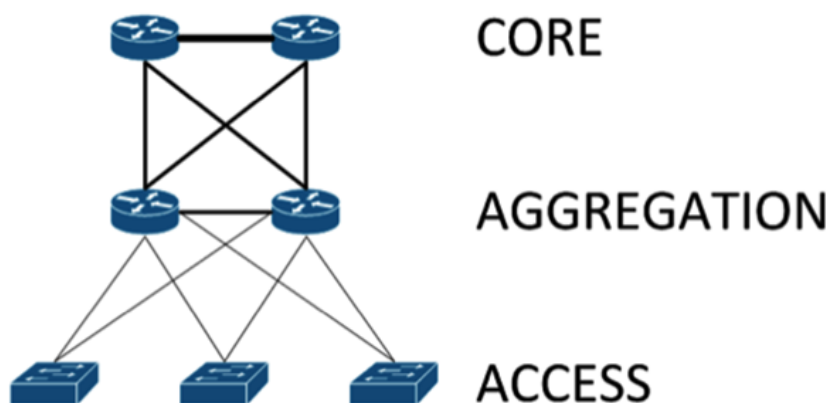


Obrázok 9 Stromová štruktúra siete [32]

	Core vrstva	Agregačná vrstva	Prístupová vrstva
Úloha	Brána medzi sieťou internetu a vlastnou sieťou	Distribúcia liniek medzi Core a prístupovou vrstvou	Brána medzi sieťou internetu a koncovými klientmi
Výkon zariadení	Vysoký	Stredný	Nízky
Cena zariadení	Vysoká	Stredná	Nízka
Funkcie	Smerovanie, Prekladanie adries, Firewall	Smerovanie, Routovanie	Smerovanie
Porty	100G, 10G	10G, 1G	1G, 100M
Obmedzenia	Najkritickejší bod siete, nutná záloha a redundancia	V prípade výpadku, vypadne celá sieť, potrebná redundancia	
Zariadenia	Hardwarové a softwarové routery, servery s UNIX operačným systémom	Hardwarové prepínače a smerovače	Hardwarové prepínače

Tabuľka 16 popis sieťových vrstiev

Klasickú infraštruktúru je možné rozšíriť o redundantné linky. U poskytovateľa internetu sú redundantné linky vyžadované. Aj napriek tomu existujú poskytovatelia ktorí nemajú redundantné linky a plánujú ich vybudovať až v budúcnosti. Pomocou redundantných liniek je možné zabezpečiť nepretržitý chod dátovej siete v prípade, že niektorá z liniek sa poškodí a dáta budú musieť byť presmerované. Najčastejšie záložné linky sú riešené zdvojením prípojení medzi jednotlivými vrstvami alebo efektívnym riešením u poskytovateľa internetu je prepojenie zariadení horizontálne. Pre správnu funkciu týchto liniek je potrebné použiť funkcie switchu, ktoré v prípade poruchy presmerujú dátový prevoz na inú linku [32]. Používanú sa protokoly STP¹⁰.



Obrázok 10 Stromová štruktúra siete s redundanciou [32]

Táto základná verzia štruktúry siete tvorí východisko pre väčšinu poskytovateľov internetu. Pri použití rozdielnych technológií sa štruktúra siete bude odlišovať od tejto štruktúry, ale princíp členenia bude zachovaný.

3.3.5.1 Smerovače

Smerovače sú aktívne sieťové zariadenia, ktoré primárne slúžia na smerovanie dátových tokov medzi dvoma alebo viacerými počítačovými sieťami, pracujú na 3. vrstve ISO/OSI modelu. Zariadenia smerujú dátový tok podľa IP adresy. V minulosti to boli zariadenia, ktoré mali málo portov a na jednotlivých portoch mali pripojené rozdielne siete. V dnešnej dobe, vďaka rýchlemu vývoju a nárastu výkonu sú to väčšinou prepínače ktoré podporujú smerovacie funkcie ako statické smerovanie, RIP, OSPF¹¹, BGP a mnoho iných [33]. Pri smerovačoch alebo prepínačoch s podporou smerovania, smerované dáta idú cez centrálny procesor alebo cez špeciálny hardware na smerovanie.

¹⁰ STP – Spanning Tree protokol slúži na zabezpečenie redundancie a obnovenie záložných liniek

¹¹ RIP, BGP, OSPF- smerovacie protokoly

Moderné smerovače podporujú aj iné pokročilé funkcie ako len smerovanie dát, k týmto funkciám patrí preklad adresy a firewall. Zariadenia podporujú správu cez ktorú užívateľ dokáže nastaviť požadované funkcie [21].

3.3.5.2 Firewall

Pre ochranu siete sa používa firewall. Slúži na oddelenie jednotlivých sietí od seba, na vymedzenie práv na komunikáciu medzi sieťami a na monitorovanie dátového toku. Jeho cieľom je vyhodnotiť dátový tok a podľa pravidiel povoliť alebo zablokovat' daný dátový tok. Základný firewall filtruje podľa MAC adresy, IP adresy a podľa čísla portov [21]. Existujú aj firewaly ktoré, pracujú na vyšších vrstvách a obsahujú aplikačné filtre. Dôležité pre ISP je filtrovanie podľa portov a podľa IP adresy, poskytovateľ nesmeruje všetky porty do siete internetu. Je potrebné zabrániť používanie týchto portov pre našich zákazníkov. Firewall je možné riešiť pomocou serverov alebo pomocou dedikovaného hardwaru. Hardwarové firewaly majú vysokú cenu. Existujú firewaly, ktoré sú založené na linuxovom operačnom systéme ale s hardwarom, ktorý je prispôsobený špeciálne pre firewall, majú väčší počet sieťových portov, menšiu spotrebu, sériový port na konfigurovanie a sú určené na montáž do rozvádzačov. V ISP sieťach sa používajú na firewall Linuxové servery.

3.3.5.3 Prepínače

Prepínače sú jednoduchšie zariadenia ako routery, preto aj ich cena je nižšia a majú primárne iné využitie. Používajú sa na prepínanie paketov v sieti. Pracujú na 2. vrstve referenčného modelu ISO/OSI. Prepínače môžu podporovať aj funkcie 3. vrstvy ISO/OSI. Prepínanie prebieha pomocou dedikovaného procesoru na prepínanie a vďaka nemu je zabezpečená vysoká priepustnosť. Pakety smerujú na porty na ktorých je pripojené cieľové zariadenia [21].

Prepínače majú väčší počet portov ako routery. Najmenšie majú 4 až 8 portov a najväčšie majú až 48-52 portov. Väčší počet portov sa dosahuje pomocou stohovania, kde sa pomocou konektorov CX4¹² alebo pomocou optických modulov prepoja viaceré switche a správajú sa ako jeden veľký switch. Rozlišuje sa hardwarový a softwarový stoh. Hlavné downlink porty slúžia na pripojenie koncových zariadení alebo k zapojení zariadení ktoré sú na ceste smerom ku koncovým zariadeniam. Veľmi dôležité sú uplink porty na smerovačoch. Tie slúžia na pripojenie switcha do agregáčného switcha,

¹² CX4- 10Gb backbone prepojovací standard IEEE802.3ak [46]

čiže k pripojeniu zariadení smerom ku centrálnym serverom [33]. Na výkonnejších prepínačoch majú agregáčné porty vyššiu prenosovú rýchlosť ako ostatné porty alebo sa používajú combo porty¹³. Uplink porty umožňujú pripojiť optické moduly. Základné switche majú 1Gbps rýchlosť na uplink portoch a výkonnejšie majú 10Gb alebo 40Gb porty na uplink.

V segmente sietí ISP sa používajú výhradne prepínače s manažmentom. Prepínače bez manažmentu sú vhodné do domácnosti alebo do firemných sietí na prístupovú vrstvu do kancelárie. Správa tvorí dôležitú súčasť prepínača. Jednotlivé zariadenia sa spravujú cez sériový port, telnet, ssh alebo web manažment. Pri poskytovaní internetu dôležitú funkcionálnu tvoria Vlany a protokoly IGMP¹⁴, MVR¹⁵, STP, QoS¹⁶, obmedzovanie rýchlosti na portoch, DHCP option 82, DHCP a snooping [21].

Funkcia	Popis	Využitie
Vlany, 802.1Q	oddeľovanie jednotlivých sietí, ktoré bežia na jednom fyzickom zariadení	Oddelenie siete videa, telefónu, dát alebo lokalít
IGMP a MVR	Prihlasovanie koncových zákazníkov k odberu multicastového streamu, prepínač posiela dáta len prihláseným klientom	IPTV
STP	Presmerovanie prevozu v prípade výpadku linky	Redundancia a záloha liniek
QoS	Funkcia ktorá umožní uprednostniť určité dáta pred inými	Dodržanie kvality služby a zabezpečenie nesekej prevádzky IPTV v prípade preťaženia siete a linky.
DHCP option 82	Propagovanie informácií DHCP serveru, identifikácia klienta, lokality a portu na prepínači	Pridelovanie rovnakej IP adresy klientovi, identifikácia klienta
DHCP snooping	Blokovanie DHCP serveru na prístupových portoch, blokovanie manuálneho nastavenia IP adresy u klienta	Ochrana siete pred externým DHCP serverom

Tabuľka 17 Funkcie v ISP sieti

¹³ Combo porty- kombinácia SFP a RJ45 portu, naraz môže byť používaný iba jeden port

¹⁴ IGMP- The Internet Group Management Protocol- protokol na vytvorenie multicastového členstva

¹⁵ MVR- Multicast Vlan Registration

¹⁶ QoS – Quality of Service

Základné rozhodovanie kritériá pri výbere prepínačov sú funkcie, typ, počet portov, rýchlosti prepínania, spotreba, technická podpora a záruka. Na trhu pôsobí veľké množstvo výrobcov aktívnych prvkov. Výrobcovia ponúkajú rozdielnu kvalitu, spoľahlivosť, funkcie, cenu, záruku a podporu. Pri návrhu siete sa počíta s dlhodobou funkčnosťou a prevádzkou sieťovej infraštruktúry. Dôležitú úlohu pri výbere zariadení má aj spoľahlivosť a záruka. Funkcionalita tvorí základný faktor výberu prvku.

Známi výrobca smerovačov a prepínačov je Cisco. Cisco sa používa v ISP sieťach, dátových centrách a enterprise riešeniach. Táto značka má bohatú históriu, technickú podporu a dobré referencie. Na trhu však existuje veľký počet alternatívnych produktov. Cisco na svoje produkty väčšinou ponúka obmedzenú doživotnú záruku¹⁷ a dobrú platenú technickú podporu. Hlavnými konkurentami tejto značky sú Brocade, Juniper a HP. Všetky značky ponúkajú produkty na riešenie širokého spektra sieťových problémov a ich produkty sú osvedčené používateľmi. Na druhej strane stoja značky, ktoré vyrábajú lacnejšie aktívne prvky, ale tieto produkty majú nejaké obmedzenia oproti už spomenutým značkám. Do tejto kategórie patria značky ako D-Link, ktorý je známy z oblasti domácich koncových jednotiek, Zyxel, TP-Link, Edge-Core, DCN alebo mnoho iných výrobcov. Sú lacnejšie a podporujú podobné funkcie ako drahšie značky, až na výnimky proprietárnych protokolov. Výrobcovia často nedávajú doživotnú záruku ale iba 2,3 alebo 5 ročnú záruku [34]. Tieto zariadenia sa v ISP sieti nasadzujú najmä na menej kritické miesta ako na prístupovú vrstvu. Napriek tomu existujú poskytovatelia ktorí majú celú sieť vybudovanú na týchto značkách.

Okrem hore spomínaných značiek, na trhu pôsobí aj značka Mikrotik. Od ostatných výrobcov sa odlišujú iným prístupom k problematike a širokým portfóliom vhodným pre ISP. Prepínače podporujú veľké množstvo funkcií a to za nízku cenu. Routery dokážu prekladať adresy, prevádzkovať DHCP server alebo obmedzovať rýchlosť pripojenia. Obrovské množstvo ISP v Českej a Slovenskej republike používa Mikrotik zariadenia na bezdrôtové spoje alebo na prevádzkovanie serverových a routovacích funkcií. K rozšíreniu tejto značky v segmente poskytovania internetu prispela aj veľká podpora týchto zariadení a automatická konfigurácia z programov na správu a účtovanie používateľom internetu. Vďaka obrovskej komunite a spolupráci

¹⁷ Obmedzená doživotná záruka – trvá počas doby výroby produktu a 5 rokov po ukončení výroby

používateľov sa firmware neustále vylepšuje a zdokonaľuje. Ich operačný systém sa volá RouterOS a je založený na Linux jadre [35].



Obrázok 11 Mikrotik Cloud Core Router CCR1036-8G-2S+EM [35]

3.3.6 Technológie aktívnych prvkov

Nasledujúca kapitola sa zaoberá riešením centrálného uzla, core vrstvy a technológiami ktoré sú prevádzkované v aktívnych prvkoch. Pre poskytovanie internetu je potrebné smerovať dátový tok medzi sieťou poskytovateľa a verejnou sieťou, prekladať adresy, obmedzovať rýchlosť u jednotlivých používateľov, prideľovať IP adresy, kontrolovať a obmedzovať údaje, ktoré opustia sieť poskytovateľa internetu do internetu. Nad všetkými týmito funkciami stojí softvér na správu siete a používateľov, na účtovanie a monitorovanie zákazníkov. Funkcie opisované v tejto kapitole je možné prevádzkovať na linuxových serveroch, na špecializovanom hardwary, smerovačoch alebo serveroch.

3.3.6.1 Preklad adres

V dobe, keď je adresný priestor IPv4 adres úplne vyčerpaný, bez prekladu adres sa ani jeden menší poskytovateľ internetu nezaobíde. Poskytovateľ si okrem prenosovej rýchlosti kupuje aj verejné IP adresy, a vzhľadom na to, že je malý počet IPv4 adres, nie je možné automaticky každému zákazníkovi prideliť verejnú IP adresu. Poskytovateľ má niekoľko verejných IP adres a pod týmito IP adresami ukrýva svojich zákazníkov. Používa sa 1:1 NAT, keď jednu konkrétnu verejnú IP adresu stále prekladajú na tú istú privátnu adresu. Okrem statického 1:1 prekladu adres, je potrebné rozlišovať dynamický 1:1 NAT a 1:n [21]. V prípade dynamického 1:1 prekladu adres sa jedna interná IP adresa prekladá stále len na jednu externú adresu, táto adresa sa dynamicky mení. U menších poskytovateľov je často používaný 1:n preklad adres keď sa prekladá viacej interných IP adres na jednu externú adresu.

Tento problém vyrieši IPv6. Adresný priestor IPv4 sa už úplne vyčerpal [36]. Adresy sú 128 bitov dlhé ktoré umožňujú adresovať 2^{128} adresy, to je oproti IPv4 ktoré boli 32 bitové veľký rozdiel. Pri IPv6 nie je potrebné prekladať adresy, nový adresný

priestor je natoľko veľký, že každé zariadenie pripojené k internetu a ku sieti má svoju celosvetovo unikátnu adresu. IPv6 má celkom nahradiť IPv4. Tento adresný priestor prináša nebezpečenstvo, že ku každému zariadeniu, ktoré používa nový adresný priestor je možné pristupovať z internetu pomocou IP adresy [36]. Používatelia si preto musia lepšie zabezpečiť svoje koncové zariadenia.

Na prekladanie adries sa používajú smerovače, ktoré majú v sebe túto funkcionality a dokážu prekladať adresy, alebo sa používajú serverové počítače alebo smerovače, ktoré majú operačný systém na báze Linuxu [33]. Jedna z možností riešenia je serverový počítač, ktorý má viacej sieťových kariet. Tu je rozšírená značka SuperMikro. Sú to základné dosky k počítaču alebo kompletne počítače určené na serverové riešenia. Preto existujú aj v rackovom vyhotovení.

3.3.6.2 Traffic shaping

Jedna z veľmi dôležitých funkcií pri poskytovaní internetu je obmedzovanie rýchlosti pripojenia k internetu pre jednotlivých zákazníkov. V závislosti na predplatennej rýchlosti sa obmedzuje rýchlosť sťahovania a odosielania dát do internetu. Okrem obmedzovania internetu podľa predplatennej služby je potrebné sa brániť aj od sťahovačov z Peer-to-peer sietí ako sú torrenty [33]. Sťahovači môžu preťažiť linky a ostatní používatelia internetu nebudú mať dostatočné prenosové pásmo a ich prenosová rýchlosť bude obmedzená. Podľa štatistík priemerne až 50 percent dátového toku sú u jednotlivých poskytovateľov internetu tvorené P2P sieťami [33].

Najjednoduchšie a finančne nenáročné riešenie je obmedzovať prenosové pásmo pomocou aktívnych prvkov na prístupovej vrstve. Na prístupovom prepínači sa nastavujú prenosové rýchlosti na jednotlivé porty a prepínač obmedzí prenosovú kapacitu pre daného zákazníka. Tento spôsob obmedzovania je náročný na správu pri väčšom počte používateľov. Iné riešenie je pomocou centrálného traffic shapingu. Túto funkcionality podporujú výkonné smerovače alebo servery. Mikrotik CCR smerovače dokážu obmedzovať rýchlosť koncových zákazníkov centrálnou [35]. To isté je možné aj pomocou Linux operačného systému, pomocou front a mangle pravidiel. V tomto prípade je možné obmedzenie rýchlosti nastavovať pomocou programu na správu ISP siete a je možné obmedzovať P2P siete ako sú torrenty.

Medzi spôsoby regulovania rýchlosti patrí aj QoS [21]. Pomocou QoS sa dá zabezpečiť dostatočná prenosová rýchlosť pre dátovo náročné a časovo závislé aplikácie ako je VoIP a IPTV. Kritické dáta sú uprednostňované pred ostatnými.

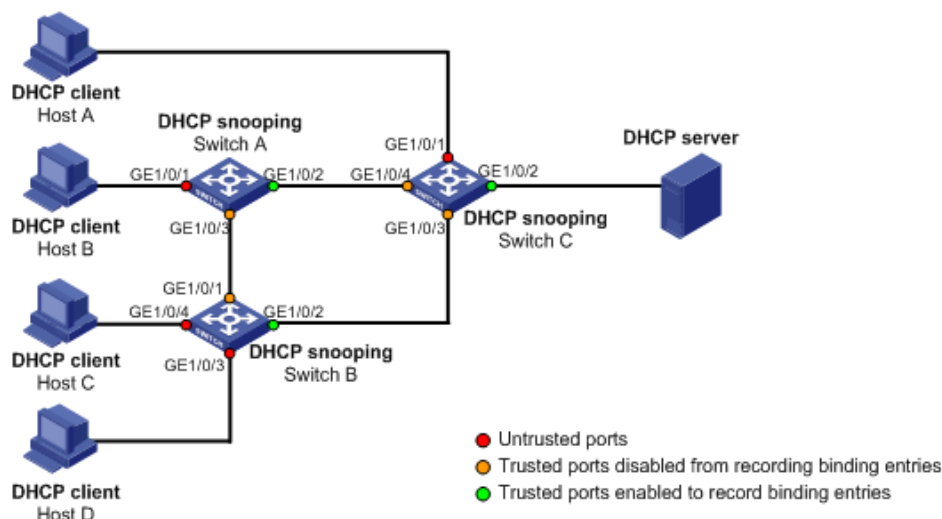
Centrálny traffic shaping	Traffic shaping na prístupovom prepínači
Jednotná správa	Viacoj zariadení
Možnosť dynamickej správy rýchlosti (v závislosti na čase, vyťažení)	Statické nastavovanie rýchlosti
Možnosť obmedzovať rýchlosti P2P	Obmedzenie celkovej rýchlosti
Vyžaduje výkonný HW	Podpora vo väčšine prepínačov

Tabuľka 18 Centrálny a lokálny traffic shaping

3.3.6.3 DHCP

V počítačovej sieti musí mať každý používateľ svoju jedinečnú adresu pre identifikáciu v danej sieti. Bez IP adresy nie je možné komunikovať s počítačom v sieti. V menšej domácej sieti sa pridáva IPv4 adresa manuálne alebo pomocou DHCP [21] serveru bez pokročilých funkcií. V sieti ISP, pridávanie IP adries nie je možné manuálne, pretože nie je možné zabezpečiť, že si koncový zákazník nevymení koncové zariadenie alebo smerovač za iné a neprestaví nastavenie IP adresy. Používajú sa pokročilejšie nastavenia DHCP. Jeden z možných prístupov je pomocou DHCP option 82. V prípade DHCP požiadavku, pošle koncové zariadenie DHCP požiadavku a prvý prepínač, na ktorý je koncové zariadenie pripojené a do paketu pridá hlavičku s identifikačnými údajmi. DHCP server na základe tohto paketu identifikuje klienta a klient dostane pridelenú stále rovnakú IP adresu. DHCP server je možné prevádzkovať na serveri alebo na smerovači, ktorý podporuje túto funkcionality.

Pre správne fungovanie DHCP serveru je potrebné odfiltrovať útočníkov na sieť poskytovateľa internetu. Pre odfiltrovanie používateľov, ktorý chcú prevádzkovať vlastný server na pridávanie adries a podvrhnúť centrálny server, sa používa DHCP snooping funkcia na prepínačoch. Táto funkcia nám zabezpečí, že v danej sieti sa môžu používať len autorizované DHCP servery. Koncový používateľ, ktorý si spustí DHCP server doma, nebude nijako ovplyvňovať ISP sieť [37]. Ďalšia funkcia DHCP snoopingu je možnosť nastaviť prepínač tak, že ku sieti sa koncové zariadenie pripojí iba v tom prípade ak má IP adresu pridelenú z DHCP serveru. Takto sa odfiltrujú problémy zo statickým pridávaním IP adries a zaručí sa plný dohľad a kontrola nad IP adresami v danej sieti.



Obrázok 12 DHCP snooping [37]

3.3.7 Správa siete

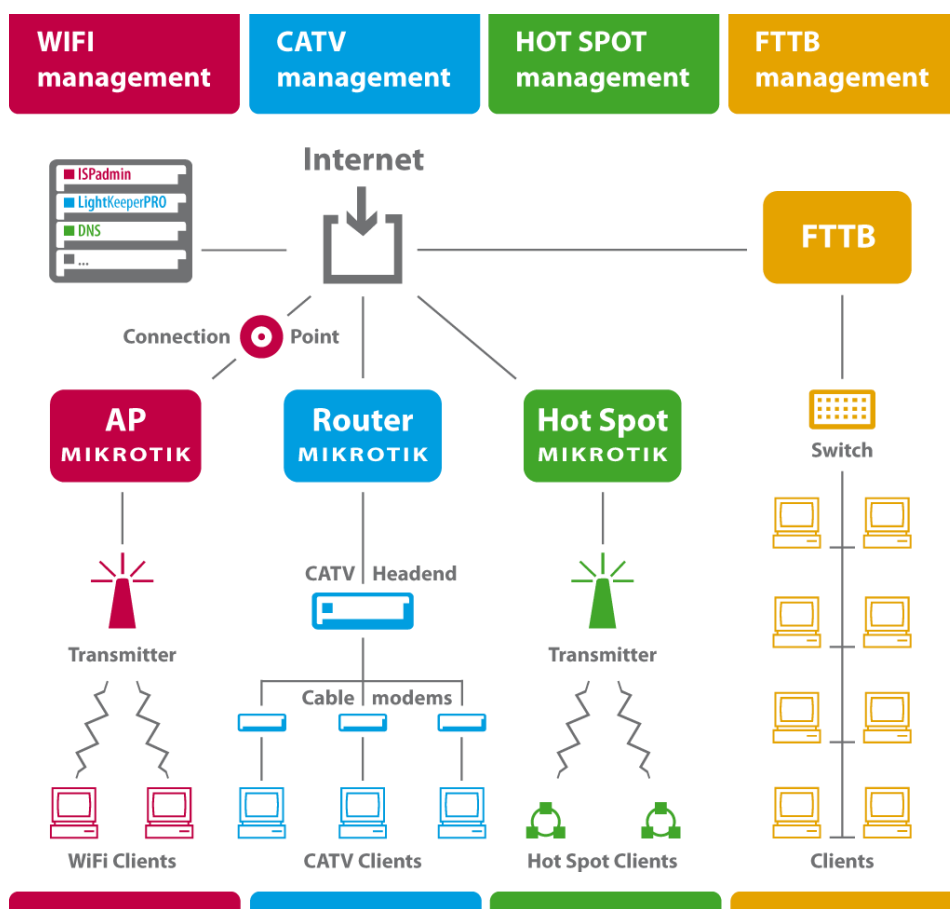
V počítačovej sieti je potrebné spravovať jednotlivé aktívne prvky, servery a koncové zariadenia. V prípade poskytovateľa internetu správa siete obsahuje správu serverov, aktívnych prvkov a zákazníkov. Na serveroch je potrebné spravovať DHCP servery, poštové servery, účtovacie programy, monitoring siete a prevádzky siete. Na aktívnych prvkoch sa spravujú jednotlivé linky, ďalej smerovanie dátového toku a redundancie liniek [33]. Monitoruje sa vyťaženie a využitie linky, následne sa klienti a linky smerujúce ku klientom a taktiež fyzické vlastnosti zariadení. Sem patria teploty prepínačov, teploty v racku, výkony optických prvkov a kvalita signálu. U klientov treba spravovať pridelovanie IP adries, prenosového pásma a služieb a je potrebné účtovať klientovi využívané služby. Na znižovanie nákladov spojených s technickými výjazdmi, s údržbou siete a pri hľadaní problémov sa používajú programy na správu sietí. V klasickej sieti sa používajú programy na spravovanie sietí, na monitorovanie a nastavovanie pomocou SNMP¹⁸. Tento prístup zabezpečí prehľad nad aktívnymi prvkami a konfiguráciu z jedného miesta. Pre poskytovanie internetu je ďalšou nevyhnutnou funkciou správa zákazníkov a účtovanie [38]. Tieto procesy sú problematické a nezvládnuteľné bez automatizovania už aj pre menšieho poskytovateľa internetu.

Na trhu existujú firmy, ktoré ponúkajú komplexné riešenie na správu a dohľad siete. Medzi takéto systémy patria Mikrobill, CF Controll alebo jeden z najväčších a najpokročilejších českých systémov ISP Admin [38]. Tento prístup umožňuje

¹⁸ SNMP- Simple Network Management Protocol

pridávanie, nastavovanie používateľov a monitoring z jedného miesta. Ovládanie je jednoduché aj pre menej technicky zdatného používateľa. Z týchto systémov je možné prideľovať šírku prenosového pásma k zákazníkom, na základe prenosového pásma a služieb, automaticky posilať faktúry a prepojiť platby z internetového bankovníctva so systémom a monitorovať neplatičov. Zároveň je možné sledovať prenášané údaje a vytvárať štatistiky o jednotlivých používateľoch. Software ISP admin je možné prepojiť aj so systémami na poskytovanie televízie a dokáže spravovať jednotlivé balíky televíznych programov [38].

Vzhľadom na to, že tieto aplikácie dokážu nastavovať nielen povolenie jednotlivých služieb pre daného zákazníka, ale dokážu aj nastavovať DHCP, Firewall, NAT, Traffic shaping a mnoho iných funkcií, je potrebné v sieti používať zariadenia ktoré sú kompatibilné s daným systémom. Zariadenia od Mikrotiku sú veľmi rozšírené v tomto segmente a podpora týchto zariadení je zaručená vo väčšine z programov a zároveň administrátorovi uľahčí prácu pri počiatočnej konfigurácii [38].



Obrázok 13 Komplexný systém na správu ISP siete ISP Admin [38]

3.4 Projektový manažment

Táto kapitola obsahuje teoretické východiská k projektovému manažmentu. Popisuje históriu projektového manažmentu, základné vlastnosti a princípy riadenia projektu pomocou projektového manažmentu a predstavuje pomocné nástroje bez ktorých sa nezaobídeme pri riadení projektu.

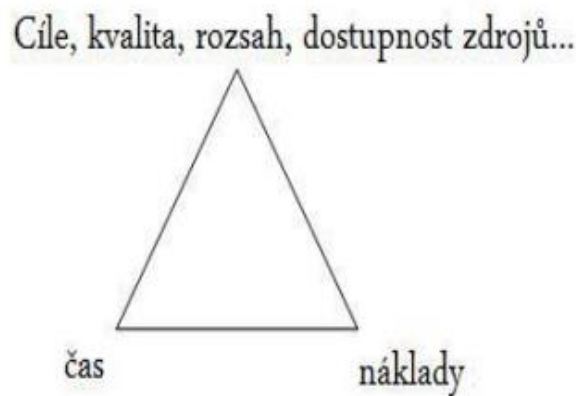
3.4.1 História a vymedzenie pojmu projektový manažment

Projektový manažment je pomerne mladým oborom. Jeho história siaha do obdobia za ukončením druhej svetovej vojny. V skoršom období tiež existovali projekty a akcie, ktoré sa riadili ako projekty ale oproti dnešnému projektovému manažmentu mali zásadné rozdiely. Tieto rozdiely boli spôsobené technickými obmedzeniami danej doby. V minulosti bola komunikácia pomalšia a neexistovali elektronické komunikačné kanály, vzdialená komunikácia prebiehala doručovaním listov. Komunikácia spomaľovala možnosti riešenia projektového manažmentu. V dnešnej dobe je komunikácia veľmi rýchla po celom svete a prenesenie správy z jednej strany sveta na druhú trvá rádovo milisekundy namiesto dní, ako v minulosti. Historicky sa počítalo s pomalou komunikáciou a činnosti ktoré sa spravovali ako projekt neboli kriticky časovo obmedzené. V dnešnej dobe sú projekty časovo obmedzené a rovnako sú aj zdroje. Dnešná doba je rýchla, dynamicky sa mení a na trhu existuje veľká konkurencia. Rýchle zavedenie a úspešné ukončenie projektu dokáže vytvoriť konkurenčnú výhodu [16].

Projektový manažment vychádza zo slova manažment, čo znamená riadenie, vedenie. Projektový manažment sa dá definovať ako riadenie projektu, koordinovanie zdrojov za účelom dosiahnutia stanoveného cieľa [39]. Pomocou tejto formy riadenia projektu je možné dosiahnuť požadované výsledky za požadovanú dobu s predpokladanými nákladmi zdrojov a s akceptáciou zákazníka. Projektový manažment je zameraný na určitý výsledok, a projekt je ukončený, ako náhle sa dosiahne požadovaný výsledok alebo cieľ. Táto forma riadenia projektov je určená do dynamicky sa meniaceho prostredia, kde sa firmy, inštitúcie a podniky neustále musia agilne prispôbovať meniacim sa prostriedkom a okoliu. Proces prispôbovania je nevyhnutný pre podniky ak chcú prežiť v konkurenčnom boji. V spoločnosti, ktorá je založená na informáciách, klasické metódy manažmentu zlyhávajú. S informáciami je spojený obor informačných technológií a práve informačné technológie napomohli k rýchlemu rozvoju projektového manažmentu.

Približne v šesťdesiatych rokoch 20. storočia sa začali medzinárodné štandardizácie na projektový manažment, vznikali medzinárodné projekty a projektové tímy ktoré bolo treba riadiť a koordinovať a zabezpečiť efektívnu spoluprácu. Do projektového manažmentu patria metodiky a techniky riadenia projektu ale projektový manažment znamená hlavne “určitú filozofiu a štýl práce, určitý spôsob myslenia“ [16].

Projektový manažment pracuje s projektmi. Projekt je jedinečný sled aktivít, ktorý má definovaný cieľ, ktorý má byť dosiahnutý, má definovaný dátum začiatku a ukončenia a má definovaný rámec pre čerpanie zdrojov potrebných k realizácii. Vymedzenie projektu je možné pomocou trojimperatívu alebo na základe 5 atribútov [39]. Trojimperatív sa skladá zo základných obmedzení projektu a to sú náklady, čas a ciele. Všetky tri obmedzenia sú navzájom vo vzťahu a ak sa jedna zmení tak to ovplyvní ostatné charakteristiky. Účelom projektu je vyvážiť tieto tri veličiny. Projekt je možné vymedziť aj pomocou piatich atribút ktoré sú jedinečnosť, komplexnosť, neistota, zdroje a projektový tím. Z vymedzenia projektu vyplýva hlavný rozdiel projektu oproti každodennej rutine. Každodenná rutina nemá jasne definovaný cieľ a jej výsledok je často stále identický.



Obrázok 14 Trojimperatív [39]

Hodnotenie úspešnosti projektu nie je možné ohodnotiť len pomocou splnenia trojimperatívu. Projekt, ktorý splní trojimperatív nemusí byť úspešný, napríklad daný projekt nebude generovať zisk a zároveň projekt, ktorý nesplní trojimperatív môže byť úspešný. V projektovom manažmente sa úspešnosť projektu hodnotí pomocou kritérií úspechu projektu. Pomocou týchto kritérií ohodnocujeme čiastočný úspech alebo neúspech projektu. Kritériá musia byť jednoznačné, merateľné a zrozumiteľné, Je ich možné behom projektu meniť a členia sa na tri základné kategórie:

- Kritéria vlastníka projektu či zadávajúcej firmy
- Kritéria konečného prevádzkovateľa
- Ziskové kritéria financujúcich subjektov a dodávateľov [16]

Kritériá sa delia na tvrdé a mäkké. Tvrdé je možné presne merať, ako napríklad 5 percentné zvýšenie tržieb a mäkké sú spokojnosť zákazníkov alebo zlepšenie komunikácie vývojového tímu [39]. Okrem úspešnosti projektu je dôležité ohodnotiť aj úspešnosť riadenia projektu. Aj tu platí, že úspešný projekt neznamená automaticky úspešné riadenie projektu a ani opačne to nemusí platiť.

V určitých oblastiach sa už dnes nezaobídeme bez projektového manažmentu a existujú dokonca oblasti, kde projektový manažment dominuje. Takúto oblasť tvoria projekty v informačných technológiách a projekty, ktoré spolufinancuje Európska únia. Každý projekt je jedinečný a projektový manažment sa musí stále prispôbovať k danému projektu. Projektový manažment napomôže projektu pomocou pomocných nástrojov dosiahnuť cieľ [16].

3.4.2 Cieľ projektu

Každý projekt musí mať svoj presne určený cieľ. Cieľ poskytuje zainteresovaným stranám Pridanú hodnotu a napomáha k úspešnosti daného projektu. Na určenie cieľa projektu sa používa technika SMART.

Specific- ciele majú byť konkrétne a špecifické

Measurable- ciele majú byť merateľné pre ohodnotenie dosiahnutia cieľa

Agreed- zainteresovaní vedia o cieľi a zhodli sa na relevantnosti a adekvátnosti cieľa

Realistic- ciele majú byť realistické a dosiahnuteľné pomocou použitých zdrojov

Timed- ciele majú byť časovo obmedzené [16]

Obvykle projekty majú jeden hlavný cieľ, ktorý určuje celkový smer projektu a konečný výsledok. Hlavný cieľ je možné rozpracovať do čiastočných cieľov. Čiastočné ciele slúžia ako vodítko k dosiahnutiu hlavného cieľa. Ako pomôcka ku stanoveniu cieľov projektu a k dosahovaniu cieľov slúži logický rámec. Logický rámec zjednodušuje pohľad na problematiku pre zainteresované strany [40]

3.4.3 Fázy riadenia projektu

Projekt sa skladá z viacerých fáz. Začína predprojektovou fázou, ktorá dáva impulz na realizáciu projektu, pokračuje projektovou fázou, v ktorej sa realizuje konkrétny projekt a poprojektovou fázou, kde prebieha vyhodnotenie projektu.

3.4.3.1 Predprojektová fáza

Predprojektová fáza je obdobie projektu v ktorom vzniká impulz, udávajúci potrebu riešenia nejakého projektu. Tá snaha alebo potreba riešenia projektu môže byť požadovaná kvôli obráteniu prípadnej hrozby rizika alebo môže signalizovať potenciálnu príležitosť. V tejto fáze projektu sa zanalyzuje impulz, ktorý vedie k nápadu projektu a zvolí sa najvhodnejšia forma realizácie. V tento stav sa zaoberá otázkami realizovateľnosti projektu a otázkou či je potrebné daný projekt riešiť. Otázky v predprojektovej fáze nie je vhodné spracovávať pomocou jedného človeka. Pri hľadaní odpovedí na predchádzajúce otázky sa zvažujú okolnosti a skutočnosti týkajúce sa projektu, spresňuje sa tu cieľ, náklady a potrebné zdroje, určujú sa prínosy projektu a možnosti úspechu a neúspechu. Takto sa zanalyzujú potenciálne možnosti projektu a rozhodne sa o jeho realizácii alebo zamietnutí projektu. V predprojektovej fáze je možné projekt zastaviť, a tak predísť realizácii nevhodného projektu, ktorý nie je možné úspešne ukončiť. Po úspešnom ukončení predprojektovej fázy prichádza na rad projektová fáza [39]. Obrázok 15 Činnosti v predprojektovej fáze zobrazuje činnosti predprojektovej fázy v časovom slede.



Obrázok 15 Činnosti v predprojektovej fáze [39]

3.4.3.2 Projektová fáza

V prípade že predchádzajúca fáza skončila úspešne a rozhodneme sa realizovať projekt, nasleduje projektová fáza. Túto fázu je možné rozdeliť na 4 časti:

- Zahájenie projektu
- Plánovanie projektu
- Realizácia projektu
- Ukončenie projektu [16]

Prvá časť projektu, zahájenie slúži na určenie základných potrieb projektu ktoré sú:

- Definícia cieľu, vstupov, výstupov, obsahu, rozsahu, rozpočtu a míľnikov
- Pridelenie zdrojov na plánovanie projektu
- Určenie projektového manažéra a určenie jeho kompetencií
- Identifikácia rizík a kritérií úspešnosti
- Určenie kvality projektu
- Určenie začiatku a ukončenia projektu
- Určenie zadávateľa, sponzora a tímu
- Schválenie projektu [39]

Na správne určenie každej požiadavky existujú metódy a pomocné nástroje, ktoré pomôžu so správnym výberom členov tímu, projektového manažéra, pomôžu s určením rizík, pomocou ktorých sa dá naplánovať dátumy ukončenia a začiatku projektu a pomocou ktorých sa dajú definovať ciele projektu. K takýmto nástrojom patria myšlienkové mapy, brainstorming, BTRSPI¹⁹, MBTI²⁰ [40].

Ďalšia fáza projektu je plánovanie. Plánovanie prebieha do takej úrovne do akej je potrebné daný projekt sledovať, detailnosť záleží na konkrétnom projekte. Pomocou plánu projektu bude možné v neskorších štádiách koordinovať tímu a kontrolovať dosahované míľniky. Obsah projektu sa rozdelí na menšie časti, ktoré je možné realizovať samostatne, nezávisle na inej časti. Rozpad cieľa projektu je možné vykonať pomocou WBS²¹ ktorá hierarchicky rozdelí projekt na jednotlivé komponenty. WBS musí obsahovať všetky výstupy projektu, a teda to, čo nie je zahrnuté vo WBS nebude realizované [40].

Pri rozpade na jednotlivé komponenty je potrebné zahrnúť k jednotlivým úlohám aj odhadovaný čas potrebný na danú úlohu. Odhad je možné vykonať na základe predchádzajúcich skúseností, vykonať expertný odhad, použiť simuláciu, alebo iné metódy, ktoré sú vhodné pre daný projekt. Na základe odhadu časov je možné vykonať časovú analýzu projektu. K určeniu odhadov časovej náročnosti úloh je možné vychádzať zo sieťových analýz CPM alebo PERT a dôležitú úlohu v časovej analýze

¹⁹ BTRSPI- Belbin Team Role Self Perception Inventory- Belbinov test osobnosti

²⁰ MBTI- Myers-Briggs Type Indicator – slúži na identifikovanie 16 osobnostných typov

²¹ WBS- Work Breakdown Structure

majú míľniky. Míľniky slúžia na oddelenie jednotlivých fáz, etáp a menších častí projektu a tvoria rozhodujúce okamihy projektu a miesta kde sa overuje, či daná čiastočná úloha bola splnená alebo je potrebné predchádzajúcu činnosť opakovať. Sieťové diagramy slúžia na určenie kritickej cesty v projekte. Tento pojem označuje činnosti, ktoré nemajú časovú rezervu a v prípade, že sa niektorá z činností ležiacich na kritickej ceste predĺži, znamená to predĺženie projektu [16].

Na grafické znázornenie naplánovanej postupnosti činností v čase sa používajú Ganttové diagramy. Ich účelom je zobrazit' vzťah medzi činnosťami a časom. Ich hlavná výhoda spočíva v jednoduchosti. Ganttové diagramy sú jednoducho čitateľné a jednoducho graficky znázorniteľné a majú široké možnosti použitia. Horizontálne sa zobrazuje časové obdobie a vertikálne sa zobrazujú jednotlivé úkoly. Výhody a nevýhody Ganttových diagramov zobrazuje Tabuľka 19.

Výhody	Nevýhody
Jednoduché pre nakreslenie	Neprehľadné pri projektoch ktoré obsahujú stovky až tisíce činností
Vhodné pre statické prostredie	Ťažká manuálna aktualizácia v prípade veľkého počtu zmien
Užitočný nástroj pre prehľad činností projektu	Neporovnáva časové hľadisko s nákladmi
Široké využitie	Nepomáha pri optimalizácii zdrojov
Súčasť počítačových nástrojov pre riadenie projektu	Komplikované určenie výslovne možných prepojení jednotlivých činností

Tabuľka 19 Výhody a nevýhody Ganttových diagramov [16]

Po naplánovaní projektu nasleduje realizácia projektu. V tejto fáze projektový manažér koordinuje jednotlivé projektové tímy pre dosiahnutie čiastočných a potom aj globálnych cieľov. Na základe projektového plánu a podporných programov projektový manažér kontroluje stav projektu a doladzuje rozdiely oproti projektovému plánu tak, aby priviedol projekt k úspešnosti [39].

Poslednú časť projektovej fázy tvorí ukončenie projektu. Ukončenie projektu nastane v prípade, že sa dosiahne globálny cieľ projektu alebo v prípade výnimočnej udalosti, pri ktorej sa rozhodne predčasné ukončenie z dôvodu nedosiahnuteľnosti cieľa. V poslednej fáze dôjde k zaisteniu všetkých hmotných a nehmotných dodávok, výstupov projektu a ich predaniu zákazníkovi. Následné prijatie zákazníkom. Predávanie projektu býva definované vopred zmluvou a jej súčasťou sú prídavacie

dokumenty, konečné vyhodnotenie finančnej stránky projektu, záverečná správa projektového tímu a zoznam položiek k doriešeniu [16].

3.4.3.3 Poprojektová fáza

Posledná fáza celého projektu slúži na vyhodnotenie a analýzu celého prebehnutého projektu. Táto časť sa zvykne podceňovať ale pre projektového manažéra a pre celý tím má významnú hodnotu. V prípade poprojektovej fázy už nepôsobí časový nátlak a poprojektové vyhodnotenie je možné realizovať s menším odstupom. Následne je možné vyhodnotiť aj prínosy projektu, ktorý sa už určitú dobu používa [40].

3.4.4 Riadenie rizík

Každý projekt obsahuje riziká. Počet rizík sa zvyšovaním dĺžky projektu stále zvyšuje. Riziká vychádzajú z nedostatočnej skúsenosti ľudí v projekte, z použitej technológie alebo z okolitého prostredia. V priebehu celého projektu musí byť projektový tím pripravený na riziká a mať na pamäti, že projekt je neustále pod hrozbou nebezpečenstva, ktoré môžu spôsobiť neúspech projektu [16].

Riadenie rizík pomáha k vytvoreniu kvalitnejšieho plánu projektu. Pomocou riadenia rizík je dosiahnutie cieľu jednoduchšie, znižuje pravdepodobnosť vzniku nečakaných problémov a následných nákladov na odstránenie problému. Hlavný problém riadenia rizík v projekte je spojený s nedostatočnou znalosťou manažérov v tomto obore riadenia rizík. Táto časť projektu pracuje s relevantnými informačnými zdrojmi, ako sú členovia tímu, zamestnanci, register rizík v spoločnosti, minulé projekty, externí experti a odborná literatúra. Iba v prípade dostatočného množstva informácií sa dá zabezpečiť efektívne riadenie rizík [16].

Riadenie rizík zahŕňa nasledujúce procesy:

- Stanovenie kontextu
- Identifikácia rizík
- Analýza rizík
- Hodnotenie rizík
- Ošetrovanie rizík
- Monitorovanie a preskúmanie rizík
- Komunikácia a konzultácia [16]

Najprv je potrebné určiť kontext, ktorý nám udáva, že do akej hĺbky sa budeme zaoberať s rizikom a do akého širokého okolia projektu budeme skúmať potenciálne riziká. V manažmente rizík existujú dva prístupy k riadeniu rizík. Prvý prístup ako náhle identifikuje riziko, analyzuje sa a hneď sa snaží posúdiť dopady a vytvoriť vhodnú odozvu na riziko. Druhý postup najprv identifikuje všetky riziká, ktoré sa následne po jednom analyzujú a vytvoria vhodné opatrenia. Pri identifikácii rizík nie je možné zahrnúť všetky riziká. Je potrebné identifikovať hlavné riziká projektu. Nasledujúca fáza je analýza rizík, v tejto fáze sa riziká analyzujú kvantitatívne alebo kvalitatívne. Snažíme sa určiť pravdepodobnosť výskytu a výšku predpokladaného nepriaznivého dopadu rizika na projekt. Na základe týchto odhadov môžeme ohodnotiť riziká a určiť, ktoré riziká je potrebné ošetriť. Nasleduje ošetrovanie rizika a vytvorenie určitej reakcie na riziko. Táto reakcia má znížiť alebo celkom eliminovať dopady rizika na projekt. V prípade, že nie je možné vytvoriť reakciu na ošetrovanie rizika tak, je možné vytvoriť záložný plán [16].

Po analýze rizík je potrebné neustále ich monitorovať počas projektu. Riziká sa neustále menia a preto je potrebné neustále monitorovať a preskúmať navrhnuté opatrenia. Riziko sa môže zmeniť a je potrebné ho znova analyzovať a prehodnotiť, existujúce opatrenia sa môžu stať neúčinnými, niektoré riziká môžu zanikať a iné sa objavovať. Ak v prípade monitorovania nastane niektoré predtým analyzované riziko, je potrebné previesť pripravené ošetrovanie rizika [39].

3.4.5 Projektový tím

Projekty sú realizované tímom, ktoré sú špeciálne zostavované na jednotlivé projekty. Tieto tímy je potrebné zostaviť, vybrať vhodných ľudí a zabezpečiť tímovú prácu a koordináciu. Osoby v tíme sa podieľajú na realizácii projektu.

U projektov je vhodné zostavovať projektové tímy na základe čiastočných úloh. Každý tím sa zameriava na inú čiastočnú úlohu a má skúsenosti z iného odboru. Tímy majú pridelenú úlohu a snažia sa dosiahnuť čiastočné ciele, spolu smerujú ku globálnemu cieľu projektu. Je potrebné rozlišovať rozdiel medzi tímom a skupinou. Hlavný rozdiel spočíva v spolupráci. Jedinci v skupine sledujú vlastné záujmy, dosiahnutie vlastného záujmu jedinca je uprednostňované pred spoločným cieľom. Na opačnej strane v tíme sa všetci snažia dosiahnuť spoločný cieľ [16]. Vzhľadom na to, že okolie sa v dnešnej dobe veľmi rýchlo mení a okolie vyžaduje rýchle zmeny, väčšinu projektov je lepšie vykonávať v tímoch.

Výber projektového tímu tvorí dôležitú časť projektu. V prípade nesprávneho zostavenia tímov, bude dosiahnutie cieľa náročné alebo nemožné. V tíme musia platiť pravidlá. Členovia tímu poznajú cieľ projektu a stotožňujú sa s ním. Splnenie jednotlivých čiastočných úloh má vysokú prioritu pre nich. V tíme musí existovať jasná organizačná štruktúra, členovia tímu poznajú a rešpektujú kompetencie jednotlivých členov. V tíme nebojujú členovia medzi sebou. Členovia sa navzájom dopĺňujú a dôverujú si. V tíme musí prevládať dobrá komunikácia. Vďaka týmto charakteristikám je tímová spolupráca väčšinou úspešnejšia a je možné využiť ich prednosti ako napríklad vzájomnú kontrolu a elimináciu chýb, vysokú kreativitu a tvorivosť, synergický efekt, zdravú motiváciu a mnoho iných. Výber tímu sa skladá z určenia vedúceho tímu. Následne je treba prideliť role jednotlivým členom. Na zistenie schopností členov tímu je možné použiť MBTI alebo BTRSPI metódy [16].

3.4.6 Podporné nástroje

Riadenie projektov je podporené širokým portfóliom podporných nástrojov a programov. Ich hlavným účelom je spravovať projekt, naplánovať finančné a ľudské zdroje, zabezpečiť kontrolu nad úlohami, a umožniť sledovať priebeh projektu. Najjednoduchšie nástroje umožňujú evidenciu úloh a tvorbu Ganttovho diagramu spolu s určením kritickej cesty a kritických úloh. Komplikovanejšie nástroje umožňujú plánovať ľudské a finančné zdroje, riadiť riziká projektu, zdieľať projektový plán medzi jednotlivé tímy a členov [16]. Niektoré programy dokážu fungovať v prostredí cloudu, pričom má každý člen projektu rozdielne oprávnenia. Dokážu monitorovať stav projektu a porovnávať ho s plánom projektu. Medzi takéto nástroje patria Microsoft Project, Oracle project manager, Base Camp, AceProject a iné. Okrem týchto programov existuje veľké množstvo iných online aplikácií na riadenie projektu. Preto si každá organizácia musí vybrať software ktorý spĺňa jeho požiadavky.

4 Návrh riešenia

Kapitola číslo 4 sa bude venovať návrhu technológie a návrhu projektu na výstavbu sieťovej infraštruktúry pre poskytovanie internetového pripojenia a služieb spojených s poskytovaním internetu. V tejto časti budú vybrané vhodné technológie, produkty a zariadenia potrebné k infraštruktúre. Pre urýchlenie a presné riadenie výstavby siete je použitý projektový manažment a jeho podporné metódy.

4.1 Výber technológie

Vzhľadom na to, že sa jedná o menšiu sieť, vybrané technológie musia byť finančne dostupné a sieť nebude požadovať vysokovýkonné zariadenia. Na základe informácií a trendov, ktoré nasledujú ostatní poskytovatelia internetu, táto sieť bude mať hlavný smerovač značky Mikrotik. Cloud Core Router od Mikrotiku dokáže zabezpečiť všetky hlavné úlohy centrálneho poskytovateľa internetu. Prepínač bude slúžiť zároveň ako brána medzi poskytovateľom konektivity a novou sieťou poskytovateľa internetu. Tieto smerovače používajú viacerí poskytovatelia internetu. Niektorí majú na sieť napojených viac ako 1000 zákazníkov a CCR je používaný na smerovanie, obmedzovanie rýchlosti zákazníkov, pridelovanie IP adries zákazníkovi a na mnoho iných funkcií.

4.1.1 Optické linky

4.1.1.1 Chráničky

V projekte sa použijú dva typy chráničiek. Použijú sa HDPE chráničky a mikrotrubičky. HDPE trubička sa použije s rozmerom 40/33, ktorá ponúkne dostatok priestoru pre budúce rozširovanie. V budúcnosti bude možné dofukovať optické vlákna. V projekte budú použité aj mikrotrubičky. Mikrotrubička sa použije s priemerom 12/8 a s zodolnením.

	HDPE	Mikrotrubička
Označenie	HDPE40-3,5Z	MKR12-8Z
Vonkajší priemer	40 mm	12 mm
Vnútorň priemer	33 mm	8 mm
Cena za meter	0,88 €	0,25 €

Tabuľka 20 Vybrané chráničky [41]

4.1.1.2 Optické vlákna

Pri zafukovaní budú použité optické káble, ktoré majú väčší počet vlákien. Takto zaručíme dostatočné množstvo optických vlákien na budúce rozširovanie siete. V tomto projekte sa použijú 2,4 a 8 vláknové optické káble. Na zafukovanie sa bude používať kábel s PA plášťom, s vláknom 9/125 a priemerom kábla 2,5 mm.

	2 vláknový	4 vláknový	8 vláknový
Označenie	KO-02-9-Z008	KO-04-9-Z008	KO-08-9-Z008
Popis	Kábel optický A-D4Y Blown Cable, 2vl., 9/125, PA, 2,5mm, Z008, CLT, KDP	Kábel optický A-D4Y Blown Cable, 4vl., 9/125, PA, 2,5mm, Z008, CLT, KDP	Kábel optický A-D4Y Blown Cable, 8vl., 9/125, PA, 2,5mm, Z008, CLT, KDP
Cena za meter	0,15 €	0,18 €	0,25 €

Tabuľka 21 Vybrané optické káble [41]

4.1.1.3 Rackové skrine

Prepínače bude potrebné umiestniť do nástenných rackových skríň. Použijú sa skrine rôznych značiek. V centrále sa použije nástenný rozvádzač Triton, ktorý je vhodný má rozmery 6U. Jedná sa o rozvádzač s označením RBA-06-AS5-CAX-A1 a má hĺbku 495 mm, ktorá je dostatočná na umiestnenie hlbších zariadení.

Distribučné centrá budú umiestnené v rackovej skrini Datacom s rozmermi 4U, ktorý nie je priehľadný a na umiestnenie do verejných priestorov je vhodnejší ako Triton rack s priehľadnou bočnicou.

Do jednotlivých vchodov sa použijú ploché nástenné racky. Tieto racky sú ploché a umiestnenie v spoločenských priestoroch nebude narušovať prostredie. Použijú sa skrine Solarix LC-18-55-G.

Rackové skrine boli vybrané na základe rozmerov, vzhľadu a ceny.

4.1.1.4 Optické moduly a konektory

Na prepojenie zariadení cez optickú linku sa použije single-mode vlákno. SFP moduly budú prenášať údaje po jednom vlákne oboma smermi, takzvané WDM alebo BiDi moduly. Na jeden koniec, sa umiestni modul, ktorý vysiela dáta na vlnovej dĺžke 1550 nm a prijíma na vlnovej dĺžke 1310 nm. Na druhý koniec linky sa umiestni modul, ktorý vysiela dáta na vlnovej dĺžke 1310 nm a prijíma dáta na vlnovej dĺžke 1550nm. SFP moduly na komunikáciu medzi centrálou a prístupovými prepínačmi budú použité s rýchlosťou 1Gbps. Výkon optických modulov bude závisieť od dĺžky trasy na ktorej

bude použitá. Vzhľadom na to, že objekty v pokrývanej oblasti majú malú vzdialenosť, menšiu ako 1 km, bude možné použiť optické moduly s výkonom, ktorý dosvieti na 2-3 km. V projekte sa použijú OEM optické moduly s digitálnou diagnostikou a výkonom dosť dosť na 3 km.

Požiadavky na optické moduly:

- Typ: SFP single mode vlákno
- Prenos: WDM
- Rýchlosť: >1 Gbps
- Dosvit: >1 km

	TX1310	TX 1550
Označenie	SPB-7603CIS	SPB-7703CIS
Prenos	WDM TX1310/RX1550	WDM TX1550/RX1310
Rýchlosť	1,25 Gbps	1,25 Gbps
Dosvit	3 km	3 km
Cena	19,38 €	21,39 €

Tabuľka 22 Vybrané SFP moduly [23]

V prípade optickej linky smerujúcej od centrálne k centrálne poskytovateľa poskytujúceho pripojenie pre novú sieť bude použité vlákno single-mode a 10G SFP+ WDM moduly. V prípade, že daný poskytovateľ internetového pripojenia nebude schopný zabezpečiť pripojenie 10G modulu do svojej centrálne, bude použitý gigabitový optický modul. Tieto SFP+ moduly budú OEM moduly. SFP+ moduly sa použijú s označením SPB-2810WCIS a SPB-2910WCIS.

Vzhľadom na to, že tieto moduly používajú SC/PC konektory, celá sieť bude využívať iba tieto konektory. SC konektory sa použijú aj preto, lebo majú väčší rozmer ako LC konektory a manipulácia tak môže byť jednoduchšia.

4.1.2 Centrála

4.1.2.1 Hlavný smerovač

Požiadavky na hlavný smerovač:

- 10G SFP+ porty, 1G porty
- Podpora L3 funkcií, Vlan 802.1Q, SNMP, RSTP 802.1e, link aggregation 802.3ad
- Smerovacia kapacita nad 1 Gbps

Najvhodnejším produktom je CCR1036-8G-2S+. Tento router je vybavený 8 RJ-45 a dvomi SFP+ portami. SFP+ porty dokážu prenášať dáta rýchlosťou až 10 Gbps. SFP+ je vhodné používať aj na pripojenie siete k internetu. Maximálna prenosová rýchlosť daného rozhrania je dostatočujúca aj na budúce rozširovanie. 32 jadrový procesor Tile má dostatočný výkon. Pri správnom nastavení dokáže smerovať až 5Gbps [35]. Okrem smerovania dokáže toto zariadenie prekladať adresy, riadiť rýchlosť koncových zákazníkov, poskytovať DHCP server a je ho možné spravovať z programov na správu ISP siete. Mikrotik obsahuje 32 jadrový procesor ktorý má každé jadro taktované frekvenciou 1.2GHz, zariadenie je osadené 4Gb ram pamäťou a obsahuje Router Os v6 s najvyššou licenciou L6. Výhoda riešenia Mikrotik spočíva v integrácii všetkých potrebných funkcií pre poskytovateľa internetu do jedného cenovo výhodného zariadenia.

Na centrálny core router je možné používať aj iné špecializované prepínače ako ponúka napríklad značka Cisco alebo Brocade. Tieto zariadenia sú drahé, majú menšiu funkcionálnosť a na ostatné funkcie bude potrebné nainštalovať iné zariadenia. Toto riešenie by predražilo celú inštaláciu pri sieti s týmto rozsahom je zbytočné používať výkonnejšie a drahšie zariadenia. Okrem centrálného prepínača, ktorý aj smeruje, je potrebné k sieti pripojiť optický prepínač, server a je potrebné zaistiť nepretržité napájanie aj v prípade výpadku prúdu.

4.1.2.2 Optické prepínače

Požiadavky na optické prepínače:

- 12x1G SFP portov
- Vlan 802.1Q,
- SNMP,
- RSTP 802.1e,
- link aggregation 802.3ad

V navrhovanej topológii budú hlavné optické prepínače prepojené do kruhu. Ako optické prepínače budú použité zariadenia TP-Link TL-SG5412F. Prepínač bol zvolený aj kvôli zjednoteniu použitých značiek v sieti. Odôvodnenie výberu tejto značky obsahuje nasledujúca kapitola. Toto zariadenie obsahuje 8 optických SFP portov a 4 kombo porty. Kombo porty sa použijú na prepojenie optického prepínača

s prepínačom, ktorý bude umiestnený v rovnakom rozvádzači. V prípade centrály Mikrotik prepínač bude prepojený s optickým TP-Link prepínačom pomocou dvoch UTP káblov. Takto pomocou agregácie liniek dosiahneme prenosovú rýchlosť 2 Gbps medzi týmito zariadeniami oboma smermi.

4.1.2.3 Server

Požiadavky na server:

- 1G 10/100/1000 Base-T
- Nízka spotreba
- 1U riešenie
- Podpora Linux
- 8G Ram
- 2xHDD

V tejto sieti, server bude využívaný ako server pre hostovanie programu na správu siete poskytovateľa. Bude využívaný ako emailový server. Tieto aplikácie nevyžadujú vysoký výkon a vysokú priepustnosť sieťových rozhraní, preto môžeme zvoliť menej výkonný, ale úsporný server s procesorom Intel Atom. Do tejto siete bude vhodné nasadiť 1U server Supermikro 5017A-EF. Tento server je možné osadiť až štyrmi pevnými diskami a pamäť je rozšíriteľná až na 8Gb [42]. Tieto parametre dokážu poskytnúť dostatočný výkon na požadované použitie a zároveň spĺňajú naše požiadavky.

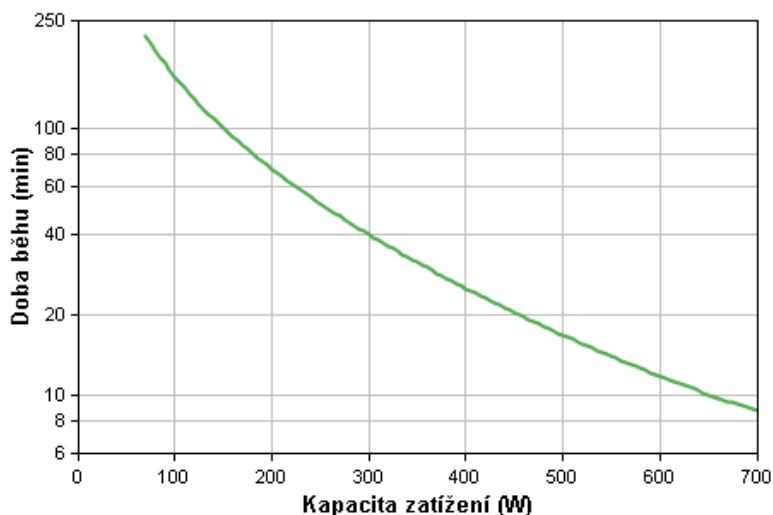
4.1.2.4 Napájanie

Požiadavky na záložné napájanie:

- Doba behu nad 2h
- Rackové vyhotovenie
- Vzdialený monitoring

Zabezpečenie nepretržitého napájania zariadení v prípade výpadku elektrického prúdu je nevyhnutné. Maximálna spotreba centrálného prepínača je 69W a server obsahuje zdroj s maximálnym príkonom 200W [42]. Vzhľadom na to, že server obsahuje Intel Atom procesor, ktorého maximálna spotreba je 8.5W [43], tak sa odhadovaná priemerná spotreba bude pohybovať okolo 20W a optický prepínač má

maximálnu spotrebu 15.4W. Pre tieto zariadenia je možné použiť UPS s malým výkonom napäťového prevodníka ale je dobré používať, UPS s vysokou kapacitou batérií. V tejto inštalácii bude použitý záložný zdroj vhodný do rackovej skrine APC SMT1000RMI2U. Toto zariadenie dokáže poskytnúť zálohu napájania až na 2,5 hodín pri odbere 100W [44].



Obrázok 16 Doba behu STM1000RMI2U [44]

Vysoká kapacita akumulátorov umožní nepretržitú prevádzku siete poskytovateľa internetu a to aj v prípade dlhodobého výpadku prúdu na centrále. Toto zariadenie je možné prepojiť cez sériový port s Mikrotik zariadením a tak môžeme mať neustálu kontrolu nad nabitím akumulátorov a o aktuálnej spotrebe zariadení.

Celé riešenie centrály zaberie iba 5 jednotiek v rackovej skrini. Tým pádom je možné použiť malú rackovú skriňu. Pre úsporu miesta v projekte nebudú používané patchpanely. Toto je možné aj z dôvodu, že centrála neobsahuje veľký počet prvkov ani veľký počet optických prípojkov.

4.1.3 Prístupové prepínače

Požiadavky na prístupové prepínače:

- 10/100/1000 Base-T porty
- 2-4 SFP uplink
- Web management a seriový port
- Vlan 802.1Q, SNMP, RSTP 802.1e
- DHCP snooping
- DHCP option 82
- 5 ročná záruka

Táto sieť bude budovaná na gigabitových linkách. Aj smerom ku zákazníčkovi sa plánuje nasadiť linka, ktorá podporuje rýchlosti 10/100/1000Mbps. Preto je potrebné používať prepínače s portami s rýchlosťou jedného gigabitu. Kvôli zálohe a zapojeniu za sebou je potrebné používať prepínače, ktoré majú aspoň 2 SFP porty. Pomocou nich bude možné prepojiť viacej prepínačov a vytvoriť tak redundantné linky poprípade vytvoriť kruhovú topológiu. Do siete je potrebné nainštalovať zariadenia, ktoré majú vysokú spoľahlivosť, podporujú funkcie, ktoré budú potrebné na prevádzku siete, a funkcie ktoré budú potrebné pre budúce rozširovanie a modernizovanie.

Spoľahlivosť prepínačov udáva aj dĺžka záruky. V dnešnej dobe majú lepšie prepínače 5 ročnú alebo doživotnú záruku. Na trhu je veľký počet značiek, ktoré ponúkajú prepínače vhodné na prístupovú vrstvu. Sem patria Edge-Core, DCN, TP-Link, Zyxel, Dlink, HP a mnoho iných. V prípade značiek Dlink a Zyxel lacnejšie prepínače ponúkajú iba webový manažment, 2 SFP porty a len vyššie rady majú 4 SFP porty a manažment cez konzolu. Na druhej strane Zyxel poskytuje obmedzenú doživotnú záruku na prepínače. HP ponúka doživotnú záruku, ale cena prepínačov je vyššia ako u konkurencie. Značka DCN vypadla z výberu kvôli záruke, ktorá je len 3 ročná. Značky Edge-Core a TP-Link ponúkajú rovnakú 5 ročnú záruku a širokú radu prepínačov s funkciami vhodnými pre poskytovanie internetu. Pri porovnaní cien Edge-Core a TP-Link vychádzajú rovnako. Aj napriek tomu že Edge-Core má veľmi dobrú a bezplatnú technickú podporu, volíme TP-link Jetstream prepínače. V sieti nasadíme prepínače od jedného výrobcu. Takto zabezpečíme že prepínače budú mať jednotnú správu. Tabuľka 23 porovnáva prepínače vhodné na výstavbu siete. Tabuľka bola zostavená na základe webových stránok výrobcov, distribútorov a na základe osobných skúseností.

	DCN	TP-Link	Zyxel	Edge-Core	HP
Cena	Stredná	Nízka	Stredná	Nízka	Vysoká
Požadované funkcie	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Záruka	3Roky	5 rokov	Doživotná	5 rokov	Doživotná
Rozšírené u ISP	Stredne	Veľmi	Stredne	Veľmi	Málo

Tabuľka 23 Porovnanie prepínačov

Značku TP-Link sme zvolili kvôli dostupnosti menších a cenovo výhodnejších prepínačov, zverejneným cenám na internete a vzhľadom na to, že tieto zariadenia sú

rozšírené aj medzi poskytovateľmi internetu v podnikovej sfére. Na lokalite, kde bude potrebné nasadiť 24 portový prepínač, bude nasadený prepínač s označením TL-SG3424. Tento prepínač obsahuje 24 RJ-45 10/100/1000 BASE-T portov a z toho 4 porty sú kombo SFP porty. Má dostatočný počet metalických portov a optických portov, ktoré je možné používať na redundantné linky. Metalické RJ-45 porty sú trojrýchlostné a zákazníci môžu používať aj zariadenia s 100Mb portami. Prepínač ďalej podporuje VLANy, DHCP snooping, DHCP option 82, IGMP snooping, IPv6, QoS, manažment cez sériový port, webovú správu a softwarové stohovanie. Tieto funkcie budú potrebné na prevádzkovanie siete poskytovateľa internetu. Veľká výhoda týchto prepínačov spočíva aj v bezventilátorovej prevádzke. Pri nasadzovaní prepínačov na chodbu do bytových domov je potrebné zaručiť bezhlučnú prevádzku.

V prípade, že bytový dom bude obsahovať menší počet bytov, je možné použiť prepínače, ktoré majú menší počet portov. 8 portový prepínač TL-SG3210 alebo 16 portový prepínač TL-SG3216. Oba prepínače majú 2 SFP porty pre optické moduly, ktoré budú využité na uplink a na redundanciu liniek. Vzhľadom na to že 24 a 16 portový prepínač obsahuje kombo porty, pri plánovaní bude treba zohľadniť tento fakt. To znamená, že ak 24 portové zariadenie bude pripojené k dvom optickým linkám, na prepínači bude k dispozícii 22 portov na pripojenie klientov a bytov. V prípade, že bude potrebných 24 RJ-45 portov a 4 optické porty tak bude potrebné použiť prepínač TL-SG5428. Tento prepínač je 28 portový.



Obrázok 17 TL-SG3424 [34]

4.2 Návrh sieťovej infraštruktúry

4.2.1 Sieťová topológia

V prípade výstavby ISP siete je vhodné navrhnuť sieť tak, aby boli hlavné linky redundantné a ak je to možné je dobré zabezpečiť redundanciu prístupových prepínačov. Vzhľadom na to, že redundancia prístupových prepínačov je vo väčšine prípadov nemožná alebo finančne nákladná, veľký počet poskytovateľov internetu nemá zabezpečenú redundanciu prístupových prepínačov. Vzhľadom na komplikovanosť

zvolenej lokality a rôznorodosť umiestnenia budov, nebude možné zabezpečiť redundantné pripojenie každého prepínača.

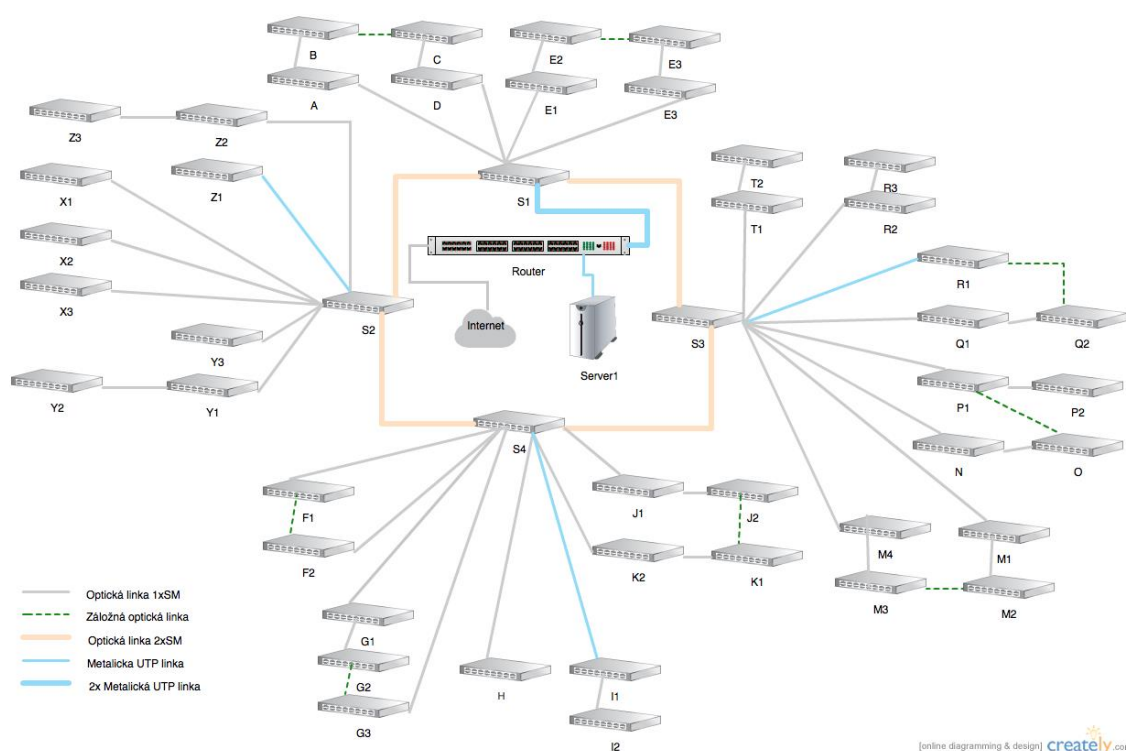
Ako už bolo vyššie spomínané, centrála sa bude skladať z výkonného Mikrotik zariadenia, ktoré podporuje funkcie prepínača, zo serveru Supermicro a optického prepínača TP-Link. Optický prepínač a Mikrotik zariadenia môžu byť prepojené dvomi metalickými linkami pre dosiahnutie vyššej prenosovej rýchlosti. Sieťová topológia hlavných liniek bola navrhnutá do kruhovej topológie. Kruhová topológia nám zabezpečí nepretržitú prevádzku v prípade prerušenia optickej trasy, v prípade poruchy SFP modulu alebo v prípade výpadku optického prepínača. Použité optické prepínače majú gigabitové porty a pre zabezpečenie vyššej priepustnosti bude hlavný okruh tvorený dvomi optickými linkami medzi optickými prepínačmi. Takto je možné pomocou protokolu IEEE 802.3ad²² prenášať medzi optickými prepínačmi na dvoch linkách dáta rýchlosťou až 2Gbps oboma smermi. Hlavné optické linky budú používať moduly, ktoré boli opisované v kapitole 4.1.1. Hlavné optické prepínače sa budú nachádzať na centrále, v budove I, R a Z. Kruhová topológia bude obsahovať 4 optické prepínače s 12 optickými portami. Na každom prepínači bude dostupných 8 portov na pripojenie prístupových prepínačov s výnimkou optického prepínača na centrále. Optický prepínač na centrále bude mať 6 portov dostupných na pripojenie prístupových prepínačov. V budúcnosti bude možné vymeniť optické prepínače na výkonnejšie s 10G optickými portami, a tak dosiahnuť vyššiu priepustnosť siete.

Pripojenie prístupových prepínačov bude prebiehať pomocou 1 Gbps liniek. Ak sa optický a prístupový prepínač nachádza v rovnakej rozvodovej skrini, prepojenie bude realizované pomocou metalického vedenia. V prípadoch, kde terén a umiestnenie prepínačov umožňuje redundanciu, prepínače budú zapojené do kruhovej topológie. Tam, kde nie je možné zabezpečiť redundanciu liniek, budú zapojené za sebou maximálne dva prepínače. Zafukovanie optických vlákien bude pripravené na budúce rozširovanie. Zafukovať sa budú optické káble, ktoré obsahujú viacej vlákien ako bude využitých na začiatku inštalácie. Je to potrebné kvôli budúcemu rozširovaniu a možnosti zvyšovania prenosovej rýchlosti pomocou agregácie viacerých optických liniek. Umiestnenie prepínačov zobrazuje príloha 3. V prípade že jeden prepínač pokrýva dva vchody, prepínač bude umiestnený do vchodu s väčším počtom bytov a v prípade, že prepínač pokrýva 3 vchody, zariadenie sa umiestni do stredného vchodu.

²² IEEE 802.3ad – Link Aggregation Controll Protocol

Vzhľadom na to, že finančné náklady na výstavbu siete sú vysoké a je vhodné počiatočné investície minimalizovať, domy budú obsahovať prepínače, ktoré nepokryjú všetky byty v danom dome. Tento krok je možné vykonať z dôvodu, že nie každý byt bude pripojený na začiatku prevádzky siete a v budúcnosti výmena prepínača za nový s vyšším výkonom a viacerými portami nie je finančne a časovo náročná.

Príloha 4 obsahuje rozpis stavieb, bytov a počty portov, ktoré sa plánujú nasadiť do budov. Na základe rozpisu portov sa vybral vhodný prepínač. Táto príloha obsahuje umiestnenie, typ a počet prepínačov ktoré budú nasadené na jednotlivé lokality.



Obrázok 18 Sieťová infraštruktúra

Z návrhu vidno že sa použije kruhová topológia na hlavný kruh a stromová topológia na prístupové prepínače s redundantnou linkou. Kruhová topológia hlavného kruhu zabezpečí vysokú redundanciu pre hlavné optické prepínače. Na prepínačoch sa bude používať MSTP ktorý dokáže pracovať aj s vlnami a smerovať tok rôznymi linkami pre rozdielne vlany. Pomocou MSTP sa zabezpečí presmerovanie dátového toku v prípade výpadku linky.

Podľa návrhu, najužšie hrdlo siete je tvorené 2 Gpbs linkami medzi smerovačom a optickým prepínačom na centrále a optickými linkami medzi optickými prepínačmi. V tomto prípade táto sieť dokáže poskytovať rýchlosť 2Mbps oboma smermi každému užívateľovi bez agregácie. Situácia v ktorej všetci zákazníci využívajú internet naraz je prakticky nereálna a preto táto sieť dokáže poskytovať 20 Mbps pripojenie každému

užívateľovi s agregáciou 1:10. V prípade, že sa použije agregácia 1:55, sieť dokáže poskytnúť zákazníkovi pripojenie s rýchlosťou až nad 100Mbps. Tabuľka 24 zobrazuje potenciálne poskytované rýchlosti v prípade ak je najužšie hrdlo siete tvorené 2 Gbps linkou ktorá je navrhnutá v súčasnom stave. Ďalej zobrazuje aj pripravenosť siete na budúce nároky v prípade, že sa najužšie hrdlo medzi smerovačom a optickým prepínačom rozšíri na 4 Gbps. Poskytovateľ bude vedieť poskytovať internet s rýchlosťou nad 200 Mbps v prípade agregácie 1:55. V prípade ak sa optické prepínače vymenia za prepínače s 10 Gbps uplinkom, poskytovateľ bude schopný poskytovať internet s rýchlosťou, ktorá sa blíži k 1Gbps. Táto rýchlosť ešte nie je v súčasnosti požadovaná, ale vo svete existujú operátori ktorí sú schopní pripojiť koncových zákazníkov s takouto rýchlosťou.

Agregácia	1:1	1:10	1:55
2Gbps	2 Mbps	22 Mbps	122 Mbps
4Gbps	4 Mbps	44 Mbps	243 Mbps
10Gbps	11 Mbps	111 Mbps	609 Mbps

Tabuľka 24 Maximalna kapacita siete

4.2.2 Návrh vedenia

Hlavné optické trasy budú vedené v HDPE. Plánované optické trasy budú vedené mimo súkromných pozemkov. Vedľajšie trasy budú v mikrotrubičkách. Dĺžka výkopových prác bola zameraná z máp a môže obsahovať odlišnosti od reality. Pred realizáciou projektu je potrebné presne premerať vzdialenosti. Celkovo pôjde pod zemou 777 m optických trás a z toho 147m bude pretláčaných pod cestou. Zvyšné trasy budú vykopávané v zemi. Pre výpočet nákladov sa ku každej trase pridajú 2m navyše. Táto dĺžka pokryje prípadné záhyby v trase a prechody medzi stenami budov. Umiestnenie vedenia v projekte a následne počas realizácie sa môže odlišovať vzhľadom na to, že v dobe písania diplomovej práce som nemal k dispozícii katastrálnu mapu. Tabuľka obsahuje všetky optické trasy pod zemou a ich požadovanú dĺžku. Príloha 3 obsahuje mapu s umiestnením jednotlivých optických trás. Na mape vidno, že spoj H11 sa skladá z HDPE chráničky a zároveň vedľa chráničky sa nachádzajú mikrotrubičky ktoré prepájajú budovy A, B, C, D. Toto riešenie bolo vybrané kvôli minimalizácii zlomov na hlavnej trase a možnosti prepojiť dané budovy kruhovou topológiou.

Optická trasa	Dĺžka	Výkop	Podlaženie
H1	10	3	7
H2	60	60	0
H3	30	30	0
H4	108	98	10
H5	30	20	10
H6	12	6	6
H7	50	40	10
H8	10	2	8
H9	35	28	7
H10	30	15	15
H11	140	140	0
H12	20	20	0
M1	30	24	6
M2	22	16	6
M3	30	24	6
M4	30	30	0
M5	15	15	0
M6	27	21	6
M7	8	2	6
M8	15	9	6
M9	10	4	6
M10	10	3	7
X1	30	20	10
X2	15	5	15
Spolu	777	635	147

Tabuľka 25 Optické trasy v zemi

Optické trasy, ktoré sa budú nachádzať v budovách budú vedené v plastových alebo kovových lištách. Typ bude závisieť priamo od konkrétneho domu a rozmiestnenia vedenia. V prípade, že vedenie pôjde verejnými priestormi, použije sa plastová lišta a v prípade ak vedenie pôjde v suteréne použije sa kovová lišta alebo iné upevnenie. Vzhľadom na to, že nevieme presne určiť miesto vedenia v budove, tento projekt nebude vo finálnej kalkulácii zahŕňať náklady na chráničky káblov v budovách.

Hlavná optická trasa bude realizovaná pomocou 4-vláknového optického kábla. Optická linka bude medzi optickými prepínačmi bez prerušenia. V aktuálnom projekte sa budú využívať iba 2 optické vlákna, ale kvôli budúcemu rozširovaniu sa použijú 4 vlákna. Podobný postup sa použije aj na linkách, ktoré pôjdu pod zemou. Bude sa používať kábel, ktorý má dvojnásobný počet vlákien než bude poskytovateľ využívať na začiatku prevádzky siete.

4.2.3 Optické vlákna a prepájanie zariadení

V tomto projekte sa použijú 2-,4- a 8-vláknové optické káble. Na začiatku pôsobenia siete nebudú všetky optické vlákna využité. Nevyužívané optické vlákna bude možné využiť v budúcnosti na rozširovanie siete. Cenový rozdiel medzi jednotlivými vláknami je minimálny, a preto je možné stále používať káble, ktoré majú väčší počet vlákien ako je potrebné. Presný rozpis vlákien, konektorov, spojok obsahuje príloha 5. Zvolené moduly sú osadené SC/PC konektorom. V celej infraštruktúre sa budú používať SC/PC konektory ktoré budú nazvávané na každé optické vlákno, ktoré sa bude používať. Celkovo v infraštruktúre bude použitých 1825 m kábla s dvomi vláknami, 1909 m kábla so štyrmi vláknami, 170 m osem vláknového kábla. Na tieto optické káble bude nazvávaných 148 SC/PC konektorov použije sa celkom 22 optických spojok. Príloha 5, obsahuje aj rozpis SFP modulov a UTP patch káblov.

V oblastiach, kde budú optické prepínače prepájané s prístupovými prepínačmi a v centrále, kde sa bude prepájať router, optický prepínač, server sa použijú patch káble s RJ45 konektormi. Tento spôsob prepájania je možné využiť, lebo všetky prepínače disponujú RJ45 portami alebo combo portami.

4.2.4 Budúcnosť siete a možnosti rozširovania

Predchádzajúce kapitoly poukazovali na fakt, že sieť už aj v aktuálnom stave je predimenzovaná a dokáže zákazníkom ponúknuť pripojenie so 100Mbps rýchlosťou oboma smermi. V budúcnosti táto rýchlosť nemusí byť postačujúca, preto je sieť pripravená na jednoduché rozširovanie a zvyšovanie rýchlosti. Pri zvyšovaní rýchlosti je potrebné zvyšovať kapacitu centrálného smerovača a zvyšovať rýchlosť pripojenia novej siete do siete internetu. Najjednoduchšie rozširovanie rýchlostí je možné dosiahnuť pridaním agregovaných liniek alebo výmenou optických prepínačov TP-Link TL-SG5412F za prepínače ktoré majú 10Gbps SFP+ porty.

Okrem zvyšovania rýchlosti, je pre poskytovateľa internetu veľmi dôležité neustále rozširovanie siete a získavanie nových zákazníkov. Vzhľadom na to, že dané sídlisko je rozľahlé a tento projekt nepokrýva všetky budovy, bude možné sieť rozšíriť na nové budovy. Výhodné rozmiestnenie optických prepínačov umožní rozšíriť hlavný optický okruh až k ulici Mieru a pokryť tak ďalšie budovy.

Umiestnenie centrál v blízkosti ulice Hviezdoslavova, umožní poskytovateľovi expanziu aj na zastavanú oblasť rodinnými domami. Poskytovateľ sa do rodinných domov môže rozširovať aj pomocou technológie PON, pomocou inej optickej alebo rádiovkej technológie. Ďalej bude môcť expandovať smerom na ulicu Družstevnú, Priemyselnú, Orechový Rad, Dvorská, Mieru a aj smerom pod ulicu Slobody. Tieto možnosti expanzie dokážu poskytovateľovi zabezpečiť dlhodobú existenciu.

4.3 Riadenie projektu

Riadenie projektu pomôže vybudovať sieť pre poskytovanie internetu v presne vymedzenom časovom rozsahu, pomôže pri určovaní a dodržovaní nákladov projektu a pomôže v podpore dosiahnutia určitých cieľov, kvality projektu pri optimálnom využívaní zdrojov. Vzhľadom na to že sa jedná o rozsiahli projekt, ktorý bude pretrvávajúť niekoľko mesiacov, výstavba siete prebehne v 4 etapách. Jednotlivé etapy budú rozdelené na základe lokalít v okolí centrálnych optických prepínačov, distribučných centier. Tento spôsob výstavby siete umožní odhaliť problémy a riziká v skorej fáze projektu. V prípade, že sa nejaké riziká objavia v jednej etape, ďalšiu etapu je možné prispôbiť a vyvarovať sa v nej potenciálnym problémom. Po ukončení jednotlivých etáp, bude možné začať poskytovať internet novým zákazníkom už v skorej projektovej fáze. Takto projekt začne zarábať na seba ešte pred ukončením celkovej výstavby a pre vlastníka a investora to znamená zníženie finančného rizika.

Projekt začne výstavbou hlavnej centrál na ulici Hviezdoslavova a lokalitou v okolí centrál. Tento bod je kritický k prevádzke celej siete. Projekt bude pokračovať výstavbou dátového centra S2 potom S3 a na koniec výstavbou lokality v okolí S4 a dokončením záložnej linky do centrál. Pri výstavbe a prevádzke jednotlivých dátových rozvádzačov nebude zabezpečená redundancia medzi optickými prepínačmi a v prípade presekutia optického vlákna alebo pokazenia sa optického prepínača na trase, nastane výpadok prvkov, ktoré sú zapojené za miestom poruchy.

4.3.1 Cieľ projektu

Cieľom projektu je do 8. mesiaca roku 2016 vybudovať FTTB sieť na poskytovanie internetu v Komárne v lokalite Druhého sídliska, ktorá spĺňa rýchlosti, ktoré sa požadujú zo strany Európskej únie.

4.3.2 Trojimperatív

Vzhľadom na to, že projektový cieľ nestačí k presnému vymedzeniu projektu, použije sa trojimperatív. Trojimperatív určí vzťah medzi nákladmi, kvalitou a potrebným časom na realizáciu projektu.

Čas: projekt sa začne realizovať v 8. mesiaci roku 2015 a kompletná výstavba siete bude dokončená do 8. mesiaca roku 2016. Termín dokončenia projektu je orientačný a prípadné posunutie konca projektu okrem zvýšenia nákladov posunie ďalšie možnosti rozširovania siete. Toto môže viesť k nedodržaniu termínu NGA sietí alebo konkurencia vybuduje inú vysokorýchlostnú sieť v danej lokalite.

Kvalita: Projekt musí poskytnúť možnosť pripojenia sa k sieti pre aspoň 900 bytov. Novovybudovaná sieť musí obsahovať novodobé technológie, ktoré dokážu poskytovať internet s rýchlosťou aspoň 100 Mbps pre jedného zákazníka. V prípade poruchy zariadenia, linky alebo výpadku elektriny, nemôže byť obmedzená prevádzka ostatných častí siete. Musí byť zabezpečená redundancia v prípade hlavných uzlov.

Náklady: Maximálne 40 000 Eur.

4.3.3 Logický Rámec

Strom cieľov		Objektívne overiteľné ukazatele	Zdroje informácií k overeniu	Predpoklady
Hlavný cieľ	Umožniť vysokorýchlostné pripojenie v danej lokalite	Otestovanie prenosovej rýchlosti v jednotlivých bytových domoch	Technické správy z inštalácie zariadení a meraní rýchlosti prenosu	
		Pripojenie bytových domov k internetu pomocou novej siete	Faktúry a záznamy o pripojeniach bytov	
Projektový cieľ	1. Vybudovanie siete pre poskytovanie internetu ktorý spĺňa NGA požiadavky pre 900 bytov	Vybudovanie siete s parametrami	Technická dokumentácia	Danú lokalitu neobsadí konkurencia
		Aspoň 2 Gbps rýchlosť medzi distribučnými centrami	Technická dokumentácia	Povolenia
		Zariadenia na hlavnej trase s kapacitou 2 Gbps	Technická dokumentácia a výkonnostné testy	
		900 zákazníckych portov	Datasheety použitých zariadení, technická a projektová dokumentácia	
		Kapacita siete 100 Mbps pri agregácii 1:55	Zápis z testovania, projektová dokumentácia	

Výstupy	1.1 Zaistenie finančných prostriedkov	Min. 70% bude financované z vlastných prostriedkov	Výpis z účtov, register dlžníkov, výpis majetku	Budú dostupné dostatočné financie
		30% financií zaistených z dotácií a z vybraných poplatkov za pripojenie	Faktúry za poskytovanie služieb, Zmluvy dotácií	Budú dostupné všetky povolenia
	1.2 Spresnenie umiestnenia optických trás	Mapa s presným zakreslením optických trás, projektová dokumentácia	Plán optických trás a mapy	Nezmenia sa požiadavky NGA sietí
	1.3 Zaistenie povolení k umiestneniu optického vlákna do zeme.	Povolenia k umiestneniu optických trás a povolenia ku výkopovým prácam	Fyzické dokumenty	
	1.4 Zaistenie umiestnenia optického vlákna do zeme	Umiestnenie 777 m chráničiek a zafúknutie optického vlákna do každej chráničky	Fyzické overenie optických spojov	
	1.5 Zaistenie umiestnenia zariadení	Umiestnenie 48 prepínačov do budov a k nim prislúchajúcich rozvádzačov	Fyzické overenie umiestneného zariadenia	
	1.6 Zaistenie konfigurácie	Nakonfigurovanie 48 prepínačov a jedného serveru	Testovacie protokoly, Fyzické otestovanie liniek	
Aktivity		Vstupy (Zdroje):	Čas:	Dodávateľia dodržia zmluvné podmienky
	1.1.1 Zostavenie rozpočtu	Projektový tím min 4 osoby	10 dní	Bude na trhu existovať firma ktorá sa zaoberá umiestňovaním optických vlákien do zeme Bude na trhu existovať projektant na optické trasy Technik bude schopný nakonfigurovať zariadenia Správcovia budov súhlasia s umiestnením zariadení do budov
	1.1.2 Zaistenie finančných zdrojov z vlastných zdrojov		20 dní	
	1.2.1 Vyhľadanie projektanta	V priebehu projektu minimálne jeden projektant a jedna firma ktorá zaručí výkopové práce	9 dní	
	1.2.2 Oslovenie projektanta		1 dni	
	1.2.3 Získanie katastrálnych máp	Maximálny rozpočet 40 000 Eur	10 dní	
	1.2.4 Preprojektovanie optických trás		20 dní/lokalita	
	1.3.1 Získanie podkladov k povoleniam		20 dní/lokalita	
	1.3.2 Podanie žiadostí o povolenie		60 dní/lokalita	
	1.4.1 Vyhľadanie ľudí ktorý zakopú a podtlačia chráničky HDPE a mikrotubičky		5 dní	
	1.4.2 Vykopanie optických trás		30 dní	
	1.4.3 Zafúknutie a natiiahnutie optického vlákna		30 dní	
	1.5.1 Získanie povolení na umiestnenie aktívnych prvkov do budov		20 dní/lokalita	
	1.5.2 Dohodnutie sa o účtovaní nákladov na elektrinu		5 dní/budova	
	1.5.3 Umiestnenie zariadení		1-2 dni/budova	
	1.5.4 Prepojenie zariadení		1-2 dni/budova	
	1.6.1 Konfigurácia zariadení		2 dni/lokalita	

4.3.4 Analýza rizík

V tomto projekte existuje veľa hrozieb. Najväčšou hrozbou sú zamietnuté povolenia na výkopové práce. V prípade, že projekt nedostane povolenie na umiestnenie optického vlákna na vybranú lokalitu, umiestnenie je možné preprojektovať, ale táto činnosť zvýši finančné náklady projektu. V prípade, že nebude možné priviesť optické vlákno do niektorých budov, dané budovy nebude možné pripojiť k vysokorýchlostnému internetu. K riziku zo získaním povolenia je spojená aj hrozba, že získanie povolenia sa natiahne na niekoľko mesiacov a termín ukončenia projektu bude ohrozený.

Vzhľadom na to že projekt nemá vlastného projektanta optických trás, hrozbou projektu bude aj nevhodne zvolený projektant ktorý nebude schopný efektívne naprojektovať optické trasy na požadovaných miestach. V dobe písania tejto práce nebola k dispozícii mapa, kde sú zakreslené všetky infraštruktúry ktoré sú umiestnené v zemi, toto vytvára ďalšiu hrozbu a to, že optické vlákna nebude možné kvôli infraštruktúre umiestniť do okolia predprojektovaných trás.

Projekt pracuje s robotníkmi, ktorý budú realizovať výkopové práce. Môže nastať hrozba že robotníci nebudú postupovať dostatočne rýchlo a zvýši sa doba potrebná na výkopové práce.

Okrem týchto hrozieb projekt ohrozujú aj iné hrozby. Je to napríklad nemožnosť napájania zariadení, nemožnosť vedenia optických a metalických liniek v budovách. Čo sa týka ľudského faktoru je to, nesúhlas správcov budov s umiestňovaním zariadení v budovách a nezáujem obyvateľov bytov pripojovať sa s novej sieti. Hrozbou je aj to, že nebude možné získať dotácie na projekt.

Dopad	Malý	Stredná	Vysoký
Pravdepodobnosť	Navýšenie nákladov do 0,5% Oneskorenie do 30 dní	Navýšenie nákladov do 10% Oneskorenie do 60 dní	Navýšenie nákladov nad 10% Oneskorenie nad 60 dní
Malá	Nízka	Nízka	Stredná
Stredná	Nízka	Stredná	Vysoká
Veľká	Stredná	Vysoká	Vysoká

Tabuľka 26 Hrozba rizika

ID	Hrozba	Scenár	Pravdepodobnosť	Dopad	Hrozba Rizika	Opatrenie
1	Nezískame povolenie na umiestnenie optickej trasy	Optická trasa sa musí preprojektovať na iné územie.	S	V	V	Dôkladné overenie lokality pred podaním žiadosti o povolenie a dôkladné projektovanie trasy
2	Nevhodne zvolený projektant	Optické trasy bude potrebné preplánovať	S	V	V	Dôkladne overiť projektanta a jeho referencie
3	Nevhodný robotníci na výkopové práce	Bude potrebné vybrať nových robotníkov	S	S	S	Dôkladne overiť robotníkov
4	Optické vlákna nebude možné umiestniť na požadované lokality podľa prvotných plánov	Preprojektovanie optických trás	S	V	V	Dôkladné overenie územia v ktorom sa budú nachádzať optické vlákna a dôkladné projektovanie trás.
5	Nezískanie povolenia na umiestnenie prepínačov do spoločných priestorov budov	Daná budova nebude pripojená k vysokorýchlostnému internetu	M	S	N	Príprava pred jednaním so správcou, pripravenie argumentov na presvedčenie správcu
6	Nezískanie povolenia na bezplatné alebo finančne výhodné napájanie zariadení v budovách	K prepínaču bude potrebné zabezpečiť meraný odber	M	M	N	Príprava pred jednaním so správcou, pripravenie argumentov na presvedčenie správcu
7	Budova neumožňuje efektívne umiestniť metalické a optické trasy	Neefektívne umiestnenie liniek, predĺženie dĺžky optických a metalických trás	M	M	N	Preštudovanie stavebných plánov budov a vyhľadanie optimálneho riešenia
8	Dodávateľ nebude vedieť zabezpečiť potrebný materiál a zariadenia	Vyhľadanie iného dodávateľa	M	V	S	Zmluvné určenie termínov dodania materiálov a zariadení. Je potrebné mať v zálohe alternatívneho dodávateľa.
9	Nevhodné počasie na výkopové práce	Je potrebné počkať na vhodné počasie	S	S	S	Naplánovanie výkopových prác na obdobie v ktorom je veľká pravdepodobnosť vyhovujúceho počasia

Tabuľka 27 Analýza rizík projektu

Tabuľka 27 obsahuje riziká projektu a opatrenia ktoré napomáhajú k predchádzaniu daných rizík. Táto tabuľka neobsahuje všetky riziká, ktoré ohrozujú projekt alebo ktoré môžu nastať počas projektu. Medzi riziká nepatrí ochorenie niektorého člena tímu. Toto riziko neohrozuje celkový projekt a jedného člena dokáže nahradiť druhý člen.

Riziká, ktoré majú vysokú hodnotu spojené s umiestňovaním optických trás do zeme. Najväčšie riziko tvorí nezískanie povolenia na umiestňovanie optických vlákien do zeme. Toto riziko dokáže predĺžiť projekt o viac ako 60 dní a zároveň je finančne nákladné. Predlžovaním projektu oddaľujeme návratnosť projektu a možnosti ziskovosti danej siete. Zároveň vznikajú nové činnosti v projekte, na ktoré je potrebné vymedziť ľudí. Sem patrí napríklad preprojektovanie optických trás alebo znovu podanie žiadostí. K obmedzeniu tejto hrozby je potrebné zvoliť vhodného projektanta, ktorý dobre naprojektuje optické trasy na základe aktuálnej infraštruktúry danej lokality.

4.3.5 Projektový tím

Vzhľadom na to, že sa jedná o projekt, ktorý bude rozdelený na menšie časti, nie je potrebný veľký projektový tím, ktorý dokáže vykonávať jednotlivé činnosti paralelne. Stačí malý projektový tím, ktorý bude schopný vykonávať jednotlivé procesy sériovo za sebou. Projektový tím sa bude skladať zo štyroch osôb. Jednotlivé osoby budú okrem svojich hlavných úloh pracovať pri nasadzovaní zariadení .

Projektový manažér:

Hlavnou úlohou projektového manažéra bude vedenie projektu a ostatných členov projektu. Okrem vedenia osôb, bude mať táto osoba najväčšie kompetencie, a preto bude vybavovať povolenia a bude sa starať o zápis do katastrálneho registra. Projektový manažér bude ja a riadiť projektanta, ktorý bude realizovať podrobný náčrt optických trás. V budúcnosti, keď už bude sieť vybudovaná a zákazníci sa budú môcť pripájať, sa bude táto osoba starať o záležitosti spojené s prevádzkou siete.

Vedúci výkopových prác:

Bude sa starať o riadenie výkopových prác. K tejto činnosti patrí vyhľadania ľudí, ktorí budú vykopávať jamy pre umiestnenie chráničiek a ich riadenie týchto ľudí. K výkopu bude potrebné zamestnať aspoň 2-3 ľudí.

Vedúci nasadzovania zariadení:

Bude sa starať o nasadzovanie prepínačov a rozvádzačov do budov. Spolu s projektovým manažérom budú mať na starosť rokovania so správcami budov ohľadom

povolení na umiestnenie prepínačov. Okrem povolení, bude táto osoba realizovať umiestnenie optických vlákien v budovách a bude mať na starosť zaistenia napájania zariadení. V prípade, že budú jednotlivé budovy osadené prepínačmi a sieť bude pripravená na pripájanie zákazníkov, budú spolu s hlavným správcom siete realizovať pripájanie koncových zákazníkov a realizovať infraštruktúru v budovách.

Hlavný správca siete:

Úlohou správcu siete je konfigurácia zariadení a testovanie liniek v jednotlivých budovách. Táto osoba bude riešiť všetky technologické problémy ktoré môžu nastať alebo nastali v sieti. V prípade, že správca nebude vytiažený, bude realizovať pripájanie zákazníkov a realizovať sieťovú infraštruktúru v budovách spolu s vedúcim nasadzovania zariadení.

4.4 Etapy projektu

Projekt sa bude realizovať na rozsiahlom území, preto bude rozdelený podľa územia do menších častí. Projekt bude rozdelený do 4 etáp:

- Lokalita S1
- Lokalita S2
- Lokalita S3
- Lokalita S4

Projekt bude rozdelený podľa území, ktoré sú pripojené k optickým prepínačom S1,S2,S3 a S4. Takýmto prístupom bude možné po dokončení jednej lokality pripájať zákazníkov k internetu, ktorí sú v dokončenej lokalite.

Každá etapa bude rozdelená do menších etáp:

- Plánovanie trás
- Získavanie povolení
- Zameriavanie
- Výkop
- Zápis do katastrálneho registra
- Zafukovanie optického vlákna
- Umiestnenie vedenia v budovách a umiestnenie prepínačov
- Konfigurácia zariadení

4.4.1 Projektový kalendár

Práca vykonávaná na projekte bude vykonávaná počas pracovných dní. Pracovať sa bude 8 hodín denne. Počas štátnych sviatkov a dní pracovného voľna nebude práca prebiehať. Celková dĺžka projektu je 194,5 pracovných dní. Začiatok projektu bude 1.7.2015 a plánovaný koniec 11.4.2016. Projekt bude ukončený viac ako dva mesiace pred plánovaným ukončením. Tento čas tvorí rezervu, o ktorú sa môže projekt predĺžiť. Táto časová rezerva je nutná vzhľadom na to že výkopové práce budú prebiehať počas jesenného, zimného a jarného obdobia a počasie bude nepredvídateľné. Posunutie výkopových prác o niekoľko dní nepredraží projekt.

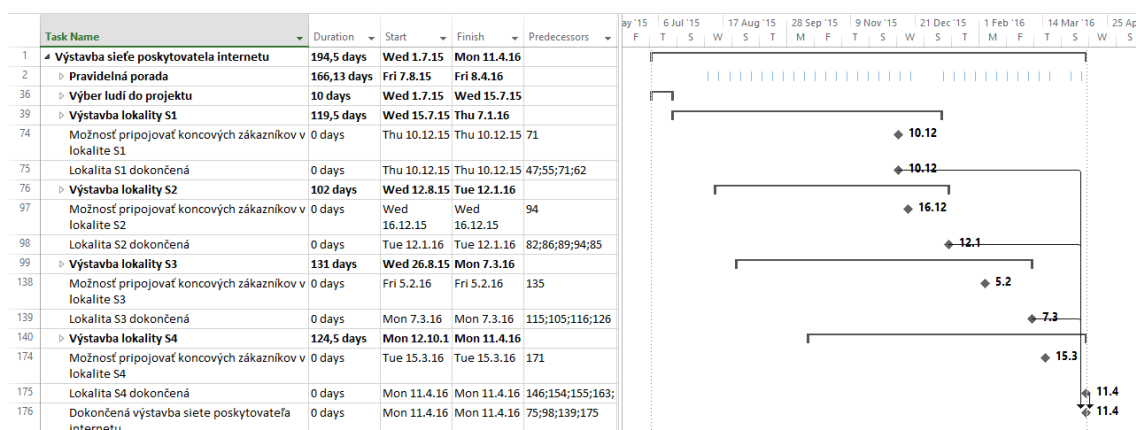
4.4.2 Popis jednotlivých činností a súvislostí

Z Gantovho diagramu vidno štyri hlavné etapy projektu. Jednotlivé etapy sa budú vykonávať simultánne v závislosti na využívaní zdrojov a na predchodcoch jednotlivých činností. Všetky etapy projektu zaberú okolo 100 pracovných dní. Na konci výstavby každej lokality sú dva míľniky. Jeden míľnik udáva dátum, odkedy je možné začať pripojovať koncových zákazníkov a druhý míľnik udáva uzavretie výstavby danej lokality spolu so zápisom do katastrálneho registra.

Míľník	Dátum
Možnosť pripojovať koncových zákazníkov v lokalite S1	10.12.2015
Možnosť pripojovať koncových zákazníkov v lokalite S2	16.12.2015
Možnosť pripojovať koncových zákazníkov v lokalite S3	5.2.2016
Možnosť pripojovať koncových zákazníkov v lokalite S4	15.3.2016

Tabuľka 28 Míľniky možnosti pripojovania zákazníkov

Pred výstavbou jednotlivých lokalít je potrebné ešte vybrať ľudí, ktorí budú pracovať na projekte. Táto časť projektu je naprojektovaná iba na 10 dní. Vzhľadom na to, že sa bude pracovať s už overenou pracovnou silou a s ľuďmi, s ktorými projektový manažér a ostatní členovia majú určité skúsenosti, nie je potrebné viac času na túto časť projektu.

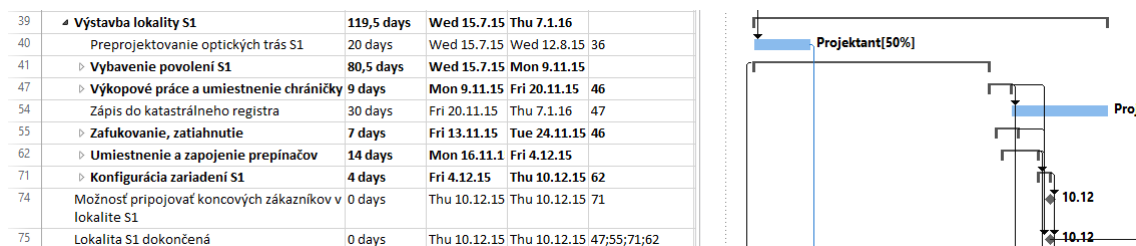


Obrázok 19 Súhrnný gantov diagram

Všetky etapy projektu sú si podobné a jednotlivé činnosti majú podobné poradie a závislosti medzi sebou.

4.4.3 Postup pri výstavbe jednej lokality

Táto kapitola popisuje postup a súvislosti jednotlivých činností pri výstavbe lokality S1. Ostatné lokality majú podobný postup. Celý Gantov diagram sa nachádza v prílohe č.6.



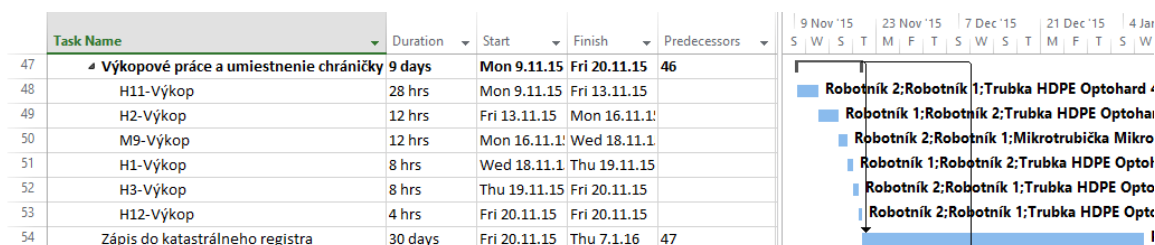
Obrázok 20 Gantov diagram lokality S1

Každá lokalita začína projektovaním optických trás. Tento krok je potrebný preto, lebo práca nezisťuje presné umiestnenie mestskej infraštruktúry. Je potrebné overiť či je navrhnutá lokalita vhodná na umiestnenie vlákien a je potrebné vypracovať podrobný projekt podľa ktorého budú schvaľované výkopové práce. Podrobné projektovanie optických trás neurčí presné umiestnenie optických vlákien. Skupina, ktorá bude vykonávať výkopové práce sa bude musieť prispôbovať aktuálnym podmienkam terénu. Projektant môže po doprojektovaní lokality S1 hneď začať projektovať ďalšiu lokalitu.

Po vypracovaní plánu nasleduje schvaľovanie projektu a vybavenie povolení na výkopové práce. Umiestňovanie prepínačov do jednotlivých budov a vybavenie zmluvy s vyšším poskytovateľom internetu. Schválenie projektu trvá väčšinou do 60 pracovných dní. Táto činnosť nie je náročná na ľudské zdroje, a preto je možné

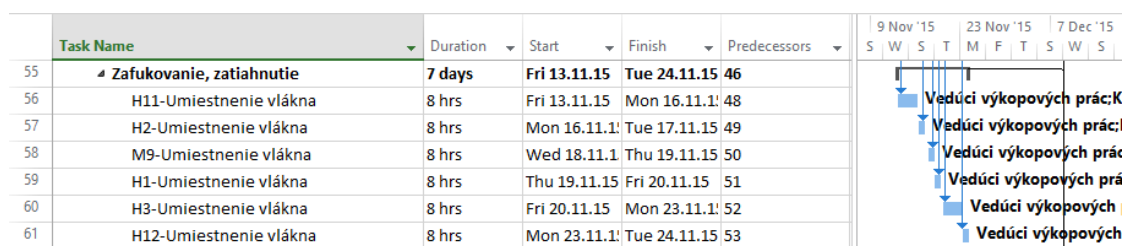
vykonávať iné činnosti počas tejto etapy. Schvaľovanie prebieha na úradoch a nezamestnáva projektový tím.

Po úspešnom schválení trás optického vedenia, tím, ktorý má na starosti výkopové práce môže začať s výkopom. Táto časť projektu okrem výkopov zahŕňa aj umiestňovanie chráničiek optického vlákna, vytvorenie prechodov v stene budov a zakopanie vykopanej jamy. Vykopávať sa budú krátke trasy a celkový výkop zaberie iba pár dní. Výkopové práce v lokalite S1 by mali zabráť iba 9 dní. Na základe výkonnosti robotníkov je možné tento čas znížiť. Táto činnosť bude realizovaná dvomi robotníkmi, ktorí budú vyťažení touto činnosťou na 100%. Jednotlivé činnosti by bolo možné vykonávať súčasne, ale vzhľadom na obmedzené ľudské zdroje je potrebné jednotlivé úseky robiť postupne za sebou. Po umiestnení vlákien je potrebné zapísať optické trasy do katastrálneho registra.



Obrázok 21 Gantov diagram výkopové práce

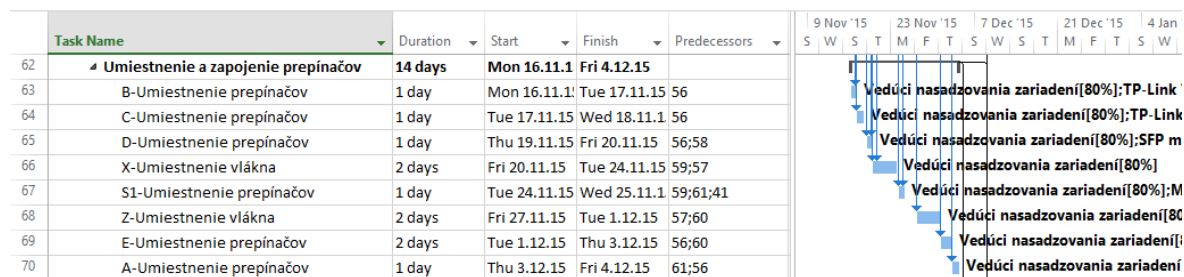
Nasledujúca činnosť je zafukovanie a zaťahovanie optických vlákien. Jednotlivé trasy je možné zafúknuť hneď, akonáhle bude umiestnená chránička v zemi. Túto činnosť vykonáva tretí robotník spolu s vedúcim výkopových prác. Táto činnosť musí presne nasledovať projekt, musia sa a podľa neho zafukovať požadované optické káble.



Obrázok 22 Gantov diagram zafukovanie vlákna

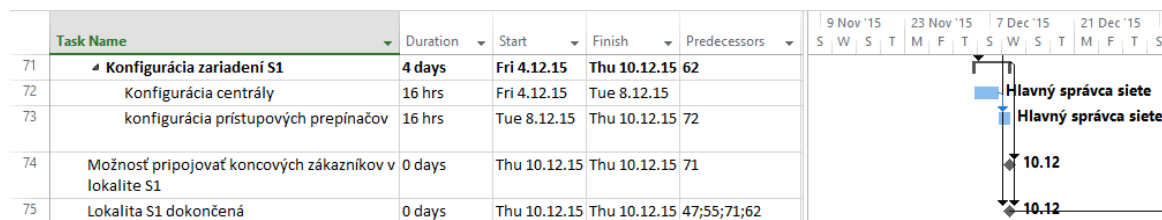
V prípade, že sú zafúknuté všetky vlákna, ktoré smerujú do budovy, je možné pripojiť prístupové prepínače a umiestniť vlákno a prepínače do bytov. Pri umiestňovaní prepínačov je potrebné prichytiť rozvádzač na stenu, priviesť optické vlákna, ukotviť optické vlákna a pripojiť tieto vlákna k prepínačom. Okrem pripojovania prístupových prepínačov sa v tejto etape vybudujú aj takzvané dátové centrá pre jednotlivé lokality. Tieto umiestnenia majú zálohované napájanie a v prípade výpadku elektrickej energie,

nie je ohrozená funkčnosť siete. Umiestňovanie prepínačov realizuje vedúci nasadzovania zariadení.



Obrázok 23 Gantov diagram umiestnenie a zapojovanie prepínačov

Posledný krok každej lokality je konfigurácia zariadení. Túto činnosť realizuje hlavný správca siete. Najprv sa nakonfiguruje centrála, centrálny optický prepínač, router a server a potom na základe týchto nastavení je možné nakonfigurovať prístupové prepínače a začať pripájať jednotlivých zákazníkov.



Obrázok 24 Gantov diagram konfigurácia prepínačov a milníky lokality S1

Rovnaký postup činností nasleduje aj v prípade ostatných lokalít. V projekte sú zahrnuté aj projektové porady, ktoré sa budú konať každý týždeň v piatok. Na tejto porade sa zúčastnia vedúci jednotlivých úsekov a projektový manažér. Na stretnutí sa vyhodnotí aktuálny postup prác a navrhované zmeny a problémy, ktoré vznikli. Okrem pravidelných porád bude možné zvolávať porady s projektovým manažérom v prípade nejasností alebo problémov. Hlavná porada sa bude konať po získaní povolení na výstavbu lokality S1. Táto porada bude slúžiť na rozdelenie práce medzi jednotlivé tímy.

4.4.4 Finančné náklady

Výstavba siete pre poskytovanie internetu je finančne náročná a s výstavbou je spojených mnoho výdajov. Medzi náklady patria mzdy zamestnancov, náklady na vytvorenie projektu, výdaje spojené s vybavením povolení, nákup zariadení a materiálu, pripojenie k internetu a mnoho iných. Kapitola podrobne popisuje náklady na projekt. Všetky náklady sú uvádzané bez dane.

V prípade tohto projektu je potrebné zamestnať robotníkov a špecializovaných pracovníkov na jednotlivé činnosti. Podľa zodpovednosti a náročnosti jednotlivých úloh sa odvíjajú náklady na zamestnancov. Náklady na zamestnancov zobrazuje Tabuľka 29.

Pozícia	Náklady/hodina
Projektový manažér	6,00 €
Projektant	8,00 €
Vedúci výkopových prác	4,00 €
Robotník 1	3,00 €
Robotník 2	3,00 €
Robotník 3	3,00 €
Vedúci nasadzovania zariadení	4,00 €
Hlavný správca siete	5,00 €

Tabuľka 29 Hodinové náklady na zamestnancov

Jednotlivý zamestnanec budú platený podľa odpracovaných hodín. Celkové náklady na zamestnancov tvoria 11 335,80 €. Vyššie náklady na projektanta sú dané faktom že náklady na projektanta obsahujú aj náklady na vypracovanie podrobného návrhu projektu na umiestnenie vlákien.

Pozícia	Projektové hodiny	Celkové náklady
Projektový manažér	493 h	2 958,00 €
Projektant	480 h	3 840,00 €
Vedúci výkopových prác	259 h	1 036,00 €
Robotník 1	212 h	636,00 €
Robotník 2	208 h	624,00 €
Robotník 3	153,6 h	460,80 €
Vedúci nasadzovania zariadení	299 h	1 196,00 €
Hlavný správca siete	117 hr	585,00 €
Spolu	2221,6 h	11 335,80€

Tabuľka 30 Celkové náklady na zamestnancov

K ďalším finančným nákladom patria náklady na materiál a aktívne sieťové prvky. Ceny jednotlivých materiálov a zariadení boli určené pomocou vyhľadávača cien Heureka.sk. Pasívna optická infraštruktúra obsahuje prvky a ceny spoločnosti Ma-Fia s.r.o. Vzhľadom na to, že tieto ceny sú určené pre koncového zákazníka a ceny boli získané bez registrácie u jednotlivých dodávateľov, je pravdepodobné že po registrácii projektu je možné získať lepšie ceny na zariadenia a materiál. Takto sa znížia náklady

na výstavbu. Použitý materiál, prvky, množstvo a ceny sú zobrazené v tabuľke Tabuľka 31 Náklady na materiál a aktívne prvky.

Názov	Cena za jednotku	Množstvo	Cena spolu
Supermikro 5017A-EF	486,00 €	1 ks	486,00 €
Mikrotik CCR1036-8G-2S+	786,00 €	1 ks	786,00 €
APC SMT1000RMI2U	397,00 €	1 ks	397,00 €
APC SC450RMI1U	170,00 €	3 ks	510,00 €
TP-Link TL-SG3424	142,00 €	39 ks	5 538,00 €
TP-Link TL-SG3216	117,00 €	4 ks	468,00 €
TP-Link TL-SG3210	74,00 €	0 ks	0,00 €
TP-Link TL-SG5412F	199,00 €	4 ks	796,00 €
SFP modul 2km WDM 1G TX1310	19,38 €	58 ks	1 124,04 €
SFP modul 2km WDM 1G TX1550	21,39 €	56 ks	1 197,84 €
SFP+ 10km WDM 10G TX1310	151,96 €	1 ks	151,96 €
SFP+ 10km WDM 10G TX1550	157,23 €	1 ks	157,23 €
UTP patch kábel 1m	0,41 €	6 ks	2,46 €
19 Nástenný rozvaděč 4U/450 mm šedý, DATACOM	80,74 €	3 ks	242,10 €
Triton 19 rozvaděč jednodílný 6U/500mm / celoskleněné dveře	73,00 €	1 ks	73,00 €
Solarix Rozvádzač 19 SOHO LC-18, 550x550 šedá RAL 7035 LC-18-55-G	51,87 €	43	2126,67 €
Pigtail SC/UPC 9/125 2m, G.652D, 12x různá barva	1,60 €	154 ks	246,40 €
Adaptér optický SC-SC, Simplex, UPC/PC, Singlemode	0,58 €	25 ks	14,50 €
Kábel optický A-D4Y Blown Cable, 2vl., 9/125, PA, 2,5mm, Z008, CLT, KDP	0,15 €	1 825 m	273,75 €
Kábel optický A-D4Y Blown Cable, 4vl., 9/125, PA, 2,5mm, Z008, CLT, KDP	0,18 €	1 909 m	343,62 €
Kábel optický A-D4Y Blown Cable, 8vl., 9/125, PA, 2,5mm, Z008, CLT, KDP	0,25 €	170 m	42,50 €
Trubka HDPE Optohard 40/33mm zelená	0,88 €	535 m	470,80 €
Mikrotrubička Mikrohard 12/8 z odolněná, zelená	0,25 €	382 m	95,50 €
Spolu			15 543,37 €

Tabuľka 31 Náklady na materiál a aktívne prvky

Celkové finančné náklady na projekt sú 26 879 € bez DPH. Tieto náklady sa môžu meniť na základe udalostí a zmien projektu, ktoré nastanú počas výstavby siete.

Celkové finančné náklady neobsahujú drobný spojovací materiál, chráničky optických vlákien v budovách, náklady spojené s privedením elektrickej energie k prepínačov a nasledovné náklady spojené s pripojením koncového zákazníka, náklady na pripojenie siete k internetu a náklady spojené s vybavením povolení na výkopové práce. Tieto náklady neboli obsiahnuté v projekte vzhľadom na to, že každá budova sa musí riešiť individuálne a každé pripojovanie zákazníka bude rozdielne.

4.4.5 Ekonomické zhodnotenie

V projekte boli použité cenovo dostupné zariadenia ktoré používajú aj iný poskytovatelia internetu. Finančné náklady na prácu, materiál a aktívne prvky sú cenovo prijateľné a pre investora investícia môže mať rýchlu návratnosť. Tabuľka 32 udáva odhadovanú návratnosť počiatočných investícií pri poskytovaní internetu za 8 Eur. Tabuľka nezahŕňa žiadne výdaje a preto môže byť reálna návratnosť investície 2-3 násobná.

Počet pripojených zákazníkov	Mesačný príjem	Návratnosť investície (mesiace)
100	800	34
250	2000	14
500	4000	7
900	7200	4

Tabuľka 32 Odhadovaná návratnosť počiatočných investícií

Z tabuľky vidno, že už aj menší počet pripojených zákazníkov dokáže za krátke obdobie vytvárať finančný príjem, ktorý v krátkom období pokryje náklady spojené s vybudovaním infraštruktúry a podnikanie na tomto území môže byť finančne zaujímavé.

5 Záver

V tejto diplomovej práci bol vytvorený projekt a návrh sieťovej infraštruktúry pre poskytovateľa internetu v slovenskom meste Komárno v lokalite Druhého sídliska. Projekt bol vytvorený vzhľadom na to, že v oblasti poskytovania internetu prebieha aktuálne rýchly rozvoj a podľa Európskej Únie by jednotlivé domácnosti mali mať dostupnú rýchlosť pripojenia aspoň 20 Mbps. Táto rýchlosť aktuálne nebola dostupná v zvolenej lokalite a existujúca sieť v danej lokalite nie je vhodná na poskytovanie vysokorýchlostného internetu.

Navrhnutá infraštruktúra a použité zariadenia boli vybrané s nadhľadom do budúcnosti a s možnosťou rozširovania. V budúcnosti bude možné zvyšovať teoretickú rýchlosť pripojenia zákazníkov až k rýchlostiam 1 Gbps pri agregácii 1:55. Táto rýchlosť pravdepodobne bude dostatočná v priebehu nasledujúcich niekoľkých rokov pre domácich užívateľov.

Pri návrhu siete bol kladený dôraz na redundanciu liniek, kvalitu a funkčnosť zariadení a na finančné náklady. Jednotlivé zariadenia v projekte sú zapojené v kruhovej topológii a hlavný chrbticový kruh obsahuje zdvojené linky kvôli redundancii a zvýšeniu prenosovej kapacity. Použité aktívne prvky sú spoľahlivé a vhodné na nepretržitú prevádzku siete poskytovateľa internetu. Cena je pomerne nízka a počiatočné finančné náklady sú tak minimalizované.

Podľa navrhnutého projektu bude sieť vybudovaná po etapách. V prípade dokončenia prvej etapy je možné pripojovať koncových zákazníkov už v skorej fáze výstavby siete. Tento fakt prispieva k získaniu nových financií k výstavbe siete a zároveň slúži aj k overeniu funkčnosti jednotlivých inštalácií a konfigurácií.

Pomocou projektu je možné presne koordinovať projekt a minimalizovať finančné náklady. Systematický prístup umožní presnú koordináciu zamestnancov a zároveň slúži k jednoduchšiemu dosiahnutiu projektového cieľa.

Výsledkom práce je detailný návrh sieťovej infraštruktúry a projektu na výstavbu sieťovej infraštruktúry. Práca obsahuje aktuálne technologické možnosti, aktuálne dostupné zariadenia, výber zariadení, návrh optických trás, návrh umiestnenia optických prepínačov. Projekt obsahuje podrobné plánovanie ľudských a materiálových zdrojov. Prílohy obsahujú podrobný projektový plán, podrobný náčrt umiestnenia optických káblov a zariadení.

Literatúra

- [1] INTERNET PRO VŠECHNY. *Katalog poskytovatelů internetu v ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-11-11]. Dostupné také z: <http://www.internetprovsechny.cz/wifi/#sk>
- [2] JAGDISH, Rebello. Subscriptions to Cloud Storage Services to Reach Half-Billion Level This Year. *IHS Technology* [online]. 2012 [cit. 2015-09-5]. Dostupné také z: <https://technology.ihs.com/410084/subscriptions-to-cloud-storage-services-to-reach-half-billion-level-this-year>
- [3] EURÓPSKA KOMISIA. Odporúčanie komisie: 2010/572/EÚ. In: *Úradný vestník Európskej únie*. EU, 2010. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010H0572&from=EN>
- [4] EURÓPSKA KOMISIA. Menej kopania = lacnejší internet. Komisia navrhuje pravidlá, ktorými sa majú znížiť náklady na zavádzanie širokopás. In: *Tlačová správa*. 2013. Dostupné také z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-281_sk.htm
- [5] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Státní politika v elektronických komunikacích: Digitální Česko* [online]. 2009 [cit. 2014-10-12]. Dostupné také z: <http://download.mpo.cz/get/43273/48548/573486/priloha001.pdf>
- [6] DOZORNÝ ÚRAD EZVO. *Európsky hospodársky priestor*. In: . Brusel, 2013. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:E2013C0073&from=SK>
- [7] MINISTERSTVO DOPRAVY, VÝSTAVBY A REGIONÁLNEHO ROZVOJA SR. *Operačný program Integrovaná infraštruktúra 2014-2020*. Bratislava, 2014. Dostupné také z: http://www.telecom.gov.sk/index/open_file.php?file=doprava/dopinfra/program/Dokumenty/fondyeu20142020/SchvaleneOPII/OP_Integrovana_infrastruktura.pdf
- [8] SLOVAK TELEKOM. *Slovak Telekom uvádza prvú celoslovenskú prevádzku mobilnej 4G/LTE siete už 15. novembra 2013* [online]. 2013 [cit. 2015-05-8]. Dostupné také z: <https://www.telekom.sk/o-spolocnosti-telekom/press-centrum/tlacove-spravy/slovak-telekom-uvadza-prvu-celoslovensku-prevadzku-mobilnej-4g-lte-siete-uz-15-novembra-2013>
- [9] EUROPEAN COMMISSION. *2014 Report on Implementation of the EU regulatory framework for electronic communications: Slovak Republic* [online]. 2014 [cit. 2014-12-13]. Dostupné také z:

- http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=6467
- [10] KOMÁRNO.SK. Budeme mať optický internet. *Komárno.sk* [online]. 2010 [cit. 2015-02-8]. Dostupné také z: http://www.komarno.sk/budeme-mat-opticky-internet_3494-n.html
- [11] SLOVAK TELEKOM. *Slovak Telekom nasadí do siete VDSL technológiu* [online]. 2013 [cit. 2015-05-8]. Dostupné také z: <https://www.telekom.sk/o-spolocnosti-telekom/press-centrum/tlacove-spravy/slovak-telekom-nasadi-do-siete-vdsl-technologii>
- [12] SLOVAK TELEKOM. *DIGI Slovakia sa 1. septembra 2013 stala členom Skupiny Slovak Telekom* [online]. 2013 [cit. 2014-12-13]. Dostupné také z: <https://www.telekom.sk/o-spolocnosti/press-centrum/tlacove-spravy/digi-slovakia-sa-1-septembra-2013-stala-clenom-skupiny-slovak-telekom>
- [13] ŠIMÁK, Boris, Jaroslav SVOBODA a Jiří VODRÁŽKA. *Digitální účastnické přípojky xDSL*. 1. vyd. Praha: Sdělovací technika, 2005. ISBN 80-866-4507-X.
- [14] STEIGAUF, Peter. Swan: VDSL uvedieme od 1. novembra. Ponuku ešte neprezeráme. *Živé.sk* [online]. 2014 [cit. 2015-05-8]. Dostupné také z: <http://www.zive.sk/clanok/99648/swan-vdsl-uvedieme-od-1-novembra-ponuku-este-neprezerame>
- [15] SLOVAK TELEKOM. *Často kladené otázky - FAQ: Magio Internet* [online]. 2014 [cit. 2014-12-13]. Dostupné také z: <http://www.telekom.sk/osobne/pomoc-a-podpora/internetove-sluzby/manualy-a-nastavenia-magio-internet-dsl-optik/manualy-a-nastavenia-magio-internet-dsl/casto-kladene-otazky-faq-magio-internet/>
- [16] DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podľa IPMA*. 2.vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4275-5.
- [17] ÚRAD PRE REGULÁCIU ELEKTRONICKÝCH KOMUNIKÁCIÍ A POŠTOVÝCH SLUŽIEB. *Všeobecné povolenie č. 1/2014* [online]. 2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné také z: <http://www.teleoff.gov.sk/data/files/41722.pdf>
- [18] NIX.CZ. *Neutral Internet eXchange nejen České republiky* [online]. 2014 [cit. 2014-12-13]. Dostupné také z: <http://www.nix.cz/cs>
- [19] NORTON, William *The Art of Peering: The Peering Playbook* [online]. 2011 [cit. 2015-05-9]. Dostupné také z: http://drpeering.net/white-papers/Art-Of-Peering-The-Peering-Playbook_Docs/The-Art-Of-Peering-The-Peering-Playbook.pdf
- [20] MATOUŠEK, Petr. *Modely síťové komunikace* [online]. 2000 [cit. 2015-05-9]. Dostupné také z: http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/PSI/public/cviceni/doc/modelyTCP_ISO.ps
- [21] TRULOVE, James. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2098-2.

- [22] OLIVIERO, Andrew a Bill WOODWARD. *Cabling: the complete guide to copper and fiber-optic networking*. 4th ed. Indianapolis, Ind.: Wiley Pub., 2009, p. cm. ISBN 978-047-0477-076.
- [23] ALTERNETIVO S.R.O. [Http://www.alternetivo.cz](http://www.alternetivo.cz). *Webshop* [online]. b.r. [cit. 2014-12-12]. Dostupné také z: <http://www.alternetivo.cz>
- [24] GEZHI. *CWDM cost efficient transport in optical networks* [online]. 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné také z: <http://www.gezhiphotonics.com/cwdm.html>
- [25] ALCOMA A.S. *ALCOMA AL80GE* [online]. 2014 [cit. 2015-05-12]. Dostupné také z: http://www.alcoma.cz/upload/download/AlcomaAL80GEcz_131001.pdf
- [26] MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY. *Vyhláška 532*. 2002. 2015. Dostupné také z: www.zbierka.sk/sk/predpisy/532-2002-z-z.p-6697.pdf
- [27] NÁRODNÁ RADA SLOVENSKEJ REPUBLIKY. *Zákon o elektronických komunikáciách 351* [online]. 2011 [cit. 2015-05-5]. Dostupné také z: www.zbierka.sk/sk/.../351-2011-z-z.p-34313.pdf
- [28] MYTHS. *Why not FTTN?* [online]. 2010 [cit. 2014-12-23]. Dostupné také z: <http://nbnmyths.wordpress.com/why-not-fttn/>
- [29] WIKIPEDIA. *FTTx* [online]. 2014 [cit. 2015-01-21]. Dostupné také z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/FTTx>
- [30] SLOVAK TELEKOM. *GPON & NG-PON* [online]. 2014 [cit. 2014-12-26]. Dostupné také z: http://www.ut.fei.stuba.sk/cms/sites/default/files/public/predmety/okss/prednasky/okss-10a11cvic_st-gpon_2014.pdf
- [31] RAISECOM. *ISCOM5508-GP* Series | Standalone GPON OLT* [online]. 2013 [cit. 2015-05-9]. Dostupné také z: http://www.proficomms.cz/files/datasheets/Raisecom/RC_DS_ISCOM5508-GP_20130816.pdf
- [32] SEARCHDATACENTER. *Data center network design moves from tree to leaf* [online]. 2013 [cit. 2014-12-20]. Dostupné také z: <http://searchdatacenter.techtarget.com/feature/Data-center-network-design-moves-from-tree-to-leaf>
- [33] HECKMANN, Oliver. *The competitive Internet service provider: network architecture, interconnection, traffic engineering and network design*. Hoboken, NJ: J. Wiley, c2006, xxvii, 370 p. ISBN 978-047-0012-932.
- [34] TP-LINK. *24portový gigabitový řízený přepínač L2 s 4 sloty Combo SFP* [online]. 2015 [cit. 2015-02-8]. Dostupné také z: <http://cz.tp->

- link.com/products/details/?categoryid=222&model=TL-SG3424#spec
- [35] MIKROTIK. *CCR1036-8G-2S+* [online]. 2014 [cit. 2014-12-26]. Dostupné také z: <http://routerboard.com/CCR1036-8G-2Splus>
- [36] CZYZ, Jakub, Kyle LADY, Sam MILLER, Michael BAILEY, Michael KALLITSIS a Manish KARIR. Understanding IPv6 internet background radiation. In: *Proceedings of the 2013 conference on Internet measurement conference - IMC '13* [online]. New York, New York, USA: ACM Press, 2013, s. 105-118 [cit. 2014-12-27]. DOI: 10.1145/2504730.2504732. Dostupné také z: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2504730.2504732>
- [37] H3C. *DHCP Configuration* [online]. 2014 [cit. 2014-12-27]. Dostupné také z: <http://h3c.com/portal/download.do?id=790277>
- [38] ISP ADMIN. *Co je ISPadmin ?* [online]. 2014 [cit. 2014-12-27]. Dostupné také z: <http://www.ispadmin.eu/cz/>
- [39] SMOLIKOVA, Lenka. *Projektový management: Prednáška* [online]. Brno, 2014 [cit. 2014-10-12].
- [40] JEŽKOVÁ, Zuzana. *Projektové řízení: jak zvládnout projekty*. Kuřim: Akademické centrum studentských aktivit, 2013, 381 s. ISBN 978-80-905297-1-7.
- [41] MA-FIA S.R.O. *Webshop* [online]. 2015 [cit. 2015-12-12]. Dostupné také z: <http://www.ma-fia.cz>
- [42] SUPER MICRO COMPUTER, INC. *SuperServer 5017A-EF* [online]. 2014 [cit. 2015-05-9]. Dostupné také z: <http://www.supermicro.com/products/system/1U/5017/SYS-5017A-EF.cfm>
- [43] INTEL CORPORATION. *Intel® Atom™ Processor S1260* [online]. 2014 [cit. 2015-05-9]. Dostupné také z: http://ark.intel.com/products/71267/Intel-Atom-Processor-S1260-1M-Cache-2_00-GHz
- [44] APC. *APC Smart-UPS 1000VA LCD RM 2U 230V* [online]. 2015 [cit. 2015-08-2]. Dostupné také z: http://www.apc.com/products/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=SMT1000RMI2U
- [45] SEIBERT, Jeff, Ruben TORRES, Marco MELLIA, Maurizio MUNAFO, Cristina NITA-ROTARU a Sanjay RAO. The Internet-Wide Impact of P2P Traffic Localization on ISP Profitability. In: *IEEE/ACM Transactions on Networking* [online]. IEEE, 2012 [cit. 2014-11-27]. DOI: 10.1109/TNET.2012.2190093. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6179324>

- [46] AMPHENOL. *Guide to CX4 Cables* [online]. 2014 [cit. 2014-12-17]. Dostupné také z:
[http://www.cablesondemand.com/FolderID/681/URvars/Guide/Library/InfoManage/CX4_
Cable_FAQ:_10-Gigabit_Ethernet_Demystified_by_Amphenol.htm](http://www.cablesondemand.com/FolderID/681/URvars/Guide/Library/InfoManage/CX4_Cable_FAQ:_10-Gigabit_Ethernet_Demystified_by_Amphenol.htm)

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Pokrytie internetu v časti mesta Komárno.....	7
Obrázok 2 Označenie domov	10
Obrázok 3 Označenie vchodov a počet bytov	11
Obrázok 4 hierarchia internetu [19]	21
Obrázok 5 CWDM [24]	24
Obrázok 6 FTTB [29]	29
Obrázok 7 FTTH [29]	30
Obrázok 8 PON sieť [30]	32
Obrázok 9 Stromová štruktúra siete [32]	33
Obrázok 10 Stromová štruktúra siete s redundanciou [32]	34
Obrázok 11 Mikrotik Cloud Core Router CCR1036-8G-2S+EM [35]	38
Obrázok 12 DHCP snooping [37]	41
Obrázok 13 Komplexný systém na správu ISP siete ISP Admin [38]	42
Obrázok 14 Trojimperatív [39]	44
Obrázok 15 Činnosti v predprojektovej fáze [39]	46
Obrázok 16 Doba behu STM1000RMI2U [44]	57
Obrázok 17 TL-SG3424 [34]	59
Obrázok 18 Sieťová infraštruktúra.....	61
Obrázok 19 Súhrnný gantov diagram	73
Obrázok 20 Gantov diagram lokality S1	73
Obrázok 21 Gantov diagram výkopové práce.....	74
Obrázok 22 Gantov diagram zafukovanie vlákna	74
Obrázok 23 Gantov diagram umiestnenie a zapojovanie prepínačov	75
Obrázok 24 Gantov diagram konfigurácia prepínačov a milníky lokality S1	75
Obrázok 25 Dotazník pripojenia k internetu	89
Obrázok 26 Mapa optických trás a umiestnenia prepínačov.....	91
Obrázok 27 Gantov diagram časť 1	98
Obrázok 28 Gantov diagram časť 2	99
Obrázok 29 Gantov diagram časť 3	100
Obrázok 30 Gantov diagram časť 4	101
Obrázok 31 Gantov diagram časť 5	102
Obrázok 32 Gantov diagram časť 6	103

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Internetové pripojenie na Slovensku [9].....	6
Tabuľka 2 Rozmiestnenie bytov	9
Tabuľka 3 Rýchlosti pripojenia k internetu v Komárne v plánovanej lokalite	13
Tabuľka 4 Maximálne rýchlosti pripojenia k internetu v celom Komárne	14
Tabuľka 5 Aktuálne a požadované rýchlosti pripojenia vo vybranej oblasti v meste Komárno po korekcii.....	17
Tabuľka 6 Referenčný model ISO/OSI [20]	22
Tabuľka 7 Typický útlm optických prvkov [23]	23
Tabuľka 8 Kategórie krútených dvojliniek [22].....	25
Tabuľka 9 Porovnanie vlastností optickej a metalickej linky [22].....	25
Tabuľka 10 Porovnanie umiestnenia optického kábla	26
Tabuľka 11 Maximálne rýchlosti xDSL	28
Tabuľka 12 Výhody a nevýhody FTTB.....	30
Tabuľka 13 Výhody a nevýhody aktívnej FTTH.....	31
Tabuľka 14 Porovnanie PON technológií [30]	32
Tabuľka 15 Výhody a nevýhody pasívnej FTTH	32
Tabuľka 16 popis sieťových vrstiev.....	33
Tabuľka 17 Funkcie v ISP sieti.....	36
Tabuľka 18 Centrálne a lokálne traffic shaping	40
Tabuľka 19 Výhody a nevýhody Ganttových diagramov [16]	48
Tabuľka 20 Vybrané chráničky [41].....	52
Tabuľka 21 Vybrané optické káble [41]	53
Tabuľka 22 Vybrané SFP moduly [23].....	54
Tabuľka 23 Porovnanie prepínačov	58
Tabuľka 24 Maximálna kapacita siete	62
Tabuľka 25 Optické trasy v zemi	63
Tabuľka 26 Hrozba rizika	68
Tabuľka 27 Analýza rizik projektu	69
Tabuľka 28 Milníky možnosti pripojovania zákazníkov	72
Tabuľka 29 Hodinové náklady na zamestnancov	76
Tabuľka 30 Celkové náklady na zamestnancov.....	76
Tabuľka 31 Náklady na materiál a aktívne prvky	77
Tabuľka 32 Odhadovaná návratnosť počiatočných investícií	78
Tabuľka 33 Výsledky dotazníku	90
Tabuľka 34 Rozmiestnenie prepínačov a portov	92

Tabuľka 35 Prepojenie optických prepínačov a zariadení na centrále	93
Tabuľka 36 Prepojenie prepínačov v lokalite S1	93
Tabuľka 37 Prepojenie prepínačov v lokalite S2	94
Tabuľka 38 Prepojenie prepínačov v lokalite S3	95
Tabuľka 39 Prepojenie prepínačov v lokalite S4	96
Tabuľka 40 Súčet optických vlákien, konektorov, spojok a patch káblov	97
Tabuľka 41 Rozpis SFP modulov	97

Zoznam Grafov

Graf 1 Poskytovatelia internetu v Komárne vo vybranej lokalite	15
Graf 2 Technológie poskytovania internetu v Komárne vo vybranej lokalite	15
Graf 3 Rýchlosť odosielania údajov v danej lokalite	15
Graf 4 Rýchlosť sťahovania údajov v danej lokalite	15
Graf 5 Požadovaná rýchlosť odosielania údajov	16
Graf 6 Požadovaná rýchlosť sťahovania údajov	16
Graf 7 Závislosť prenosovej rýchlosti xDSL na vzdialenosti od ústredne [28]	28

Zoznam príloh

Príloha 1. Google Forms dotazník	88
Príloha 2. Výsledky dotazníku	90
Príloha 3. Mapa optických trás a umiestnenia prepínačov	91
Príloha 4. Rozmiestnenie prepínačov a portov	92
Príloha 5. Rozmiestnenie optických káblov a príslušenstva	93
Príloha 6. Gantov diagram	98
Príloha 7. CD/DVD	104

Príloha 1. Google Forms dotazník



Pripojenie k internetu

Poskytované pripojenia na druhom sídlisku v Komárne

*** Povinné**

Vek *

Používate internet? *

☐ Áno

☐ Nie

Kto je váš poskytovateľ internetu? *

☐ Slovak Telekom

☐ SWAN

☐ DIGI Slovakia

☐ Iné:

Technológia pripojenia *

Akú technológiu pevného pripojenia k internetu používate?

☐ ADSL

☐ VDSL

☐ FTTx

☐ Bezdrôtové pripojenie

☐ Iné:

Download(Mbps)

Aká je vaša aktuálna rýchlosť sťahovania údajov vášho pripojenie k internetu?

Upload(Mbps)

Aká je vaša aktuálna rýchlosť odosielania údajov vášho pripojenie k internetu?

Ste spokojný s vaším poskytovateľom internetu?

- ☐ Áno
- ☐ Stredne
- ☐ Nie

V prípade že nie ste spokojný s vaším poskytovateľom internetu, uveďte dôvody.

Iné služby

Aké iné služby využívate od vášho poskytovateľa internetu?

Mali by ste záujem o optický internet?

- ☐ Áno
- ☐ Nie

Preferovaný Download(Mbps)

Akú rýchlosť sťahovanie údajov by ste preferovali?

Preferovaný Upload(Mbps)

Akú rýchlosť odosielania údajov by ste preferovali?

Odoslať

Prostredníctvom Formulárov Google nikdy neodosielajte heslá.

Používa technológiu
 Google Forms

Tento obsah nie je vytvorený ani schválený spoločnosťou Google.
[Ohlásiť zneužitie](#) - [Podmienky poskytovania služby](#) - [Dodatočné podmienky](#)

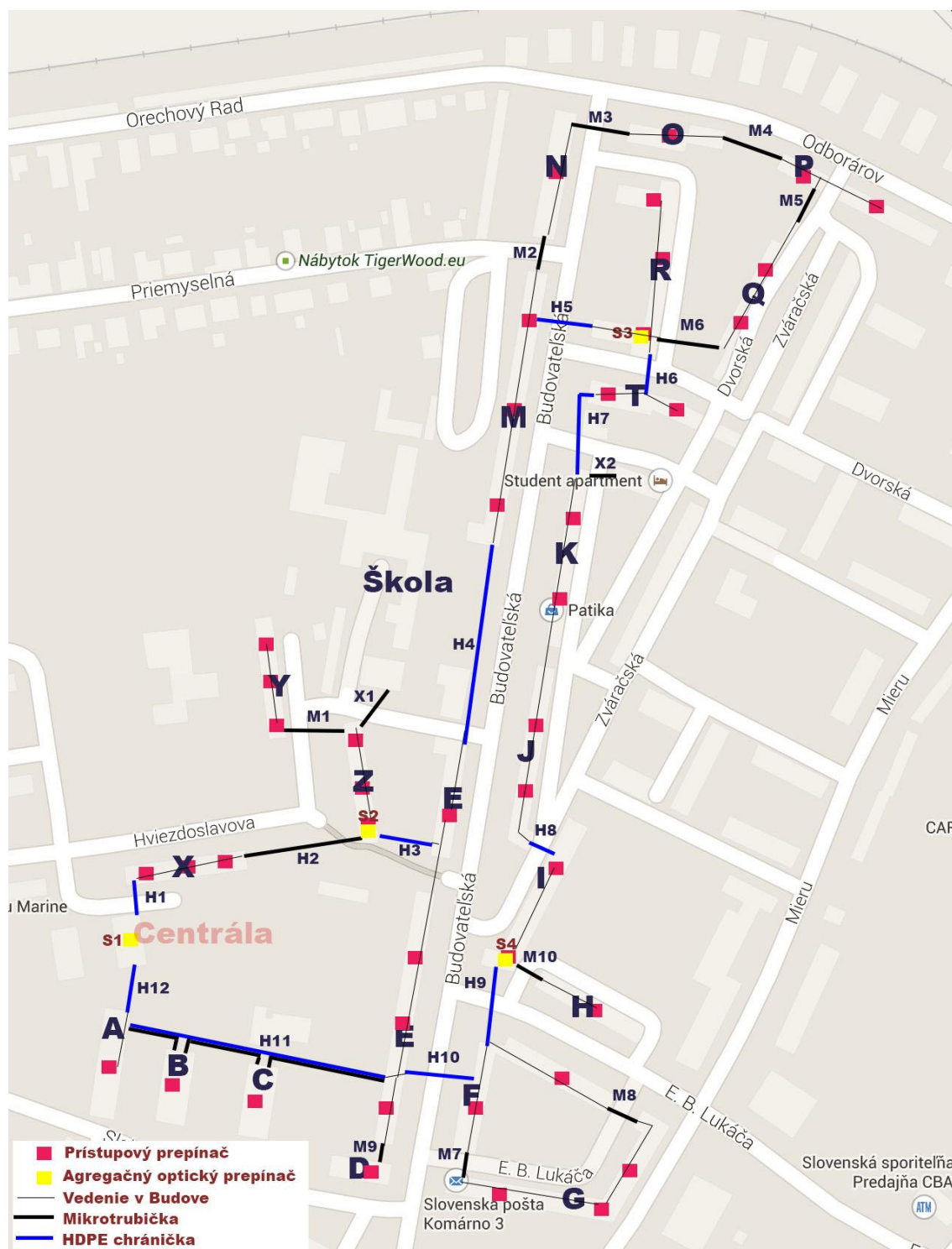
Obrázok 25 Dotazník pripojenia k internetu

Príloha 2. Výsledky dotazníku

Časová pečiatka	Vek	Používate internet?	Kto je váš poskytovateľ internetu?	Technológia pripojenia	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Ste spokojný s vaším poskytovateľom internetu?	V prípade že nie ste spokojný s vaším poskytovateľom internetu, uveďte dôvody.	Iné služby	Mali by ste záujem o optický internet?	Preferovaný Download (Mbps)	Preferovaný Upload (Mbps)
23.12.14 11:39	53 Áno	Áno	Slovak Telekom	ADSL	2	0.5	Stredne		Telefón	Nie	Neviem	Neviem
23.12.14 11:40	47 Áno	Áno	Slovak Telekom	ADSL	2	0.5	Áno			Nie	Neviem	Neviem
23.12.14 11:50	26 Áno	Áno	Slovak Telekom	VDSL	20	2	Nie	Vysoká cena, časté výpadky	Telefón, Tv	Áno	100	100
23.12.14 11:59	46 Nie	Nie	Neviem	Neviem	2	2	Áno		Telefón	Áno	20	2
23.12.14 12:01	29 Áno	Áno	Slovak Telekom	ADSL	4	0.5	Stredne	Malá rýchlosť	Telefón	Áno	20	10
23.12.14 12:11	31 Áno	Áno	SWAN	VDSL	50	5	Nie	Cena/Výkon je slabý	Tv	Áno	100	100
23.12.14 12:30	40 Áno	Áno	SWAN	VDSL	50	5	Nie	Nie je garantovaná rýchlosť, pomalú upload	Tv	Áno	200	100
23.12.14 12:33	36 Áno	Áno	Slovak Telekom	VDSL	20	20	Áno		Telefón, Tv	Áno	20	20
23.12.14 12:40	34 Áno	Áno	SWAN	ADSL	4	4	Áno		Telefón	Áno	10	10
23.12.14 12:48	22 Áno	Áno	Neviem	ADSL	4	1	Nie	Pomalý upload	Telefón	Áno	10	10
23.12.14 12:51	31 Áno	Áno	Slovak Telekom	VDSL	20	5	Nie		Tv	Áno	20	5
23.12.14 12:53	52 Nie	Nie	DIGI Slovakia	FTTx	100	100	Áno	Drahé oproti optickému internetu		Áno	100	100
23.12.14 12:55	34 Áno	Áno	Slovak Telekom	ADSL	20	2	Áno			Áno	Neviem	Neviem
23.12.14 12:59	20 Áno	Áno	Slovak Telekom	VDSL	100	100	Áno		Telefón	Áno	100	100
23.12.14 13:02	23 Áno	Áno	SWAN	ADSL	4	1	Nie	Pomalý upload	Telefón	Áno	20	20
23.12.14 13:20	40 Áno	Áno	Neviem	Neviem	Neviem	Neviem	Áno			Nie	Neviem	Neviem
23.12.14 13:24	25 Áno	Áno	Neviem	Optika	100	100	Stredne			Áno	200	100
23.12.14 13:32	49 Nie	Nie	Slovak Telekom	ADSL	5	1	Áno		Telefón	Nie	5	1
23.12.14 13:42	48 Áno	Áno	Slovak Telekom	ADSL	4	1	Áno		Telefón	Nie	4	1
23.12.14 13:51	45 Áno	Áno	Slovak Telekom	ADSL	4	1	Nie	časté výpadky	Telefón	Nie	4	1

Tabuľka 33 Výsledky dotazníku

Príloha 3. Mapa optických trás a umiestnenia prepínačov



Obrázok 26 Mapa optických trás a umiestnenia prepínačov

Príloha 4. Rozmiestenie prepínačov a portov

Označenie stavby	Počet vchodov	Počet bytov na vchod	Spolu bytov	Rozloženie zákazníckych portov	Uplink porty	Počet zákazníckych portov, lokalita S1	Počet zákazníckych portov, lokalita S12	Počet zákazníckych portov, lokalita S13	Počet zákazníckych portov, lokalita S14	Počet TL-SG3424	Počet TL-SG3216	Počet TL-SG3210	Počet TL-SG5412F
A	1	18	18	22	2	22				1			1
B	1	8	8	22	2	22				1			
	1	14	14										
C	1	8	8	22	2	22				1			
	1	14	14										
D	2	8	16	14	2	14					1		
E	6	6	36	22+22+22+22	2+2+2+2	88				4			
	5	8	40										
	1	10	10										
F	8	6	48	22+22	2+2		44			2			1
G	6	6	36	22+22+22	2+2+2		66			3			
	2	8	16										
	1	10	10										
H	4	6	24	23	1		23			1			
I	3	8	24	22+23	2+1		45			2			
	1	12	12										
J	1	6	6	22+22	2+2		44			2			
	4	8	32										
K	1	6	6	22+21	2+2(1)		43			2			
	5	8	40										
M	8	8	64	22+22+22	2+2+2			66		3			
	1	10	10										
N	4	6	24	22	2			22		1			1
O	3	6	18	22	2			22		1			
P	5	8	40	21+23	3+1			44		2			
Q	5	8	40	22+14	2+2			36		1	1		
R	7	8	56	22+22+23	2+2+1			67		3			
T	3	6	18	15+14	1+2			29			2		
	1	8	8										
X	3	27	81	23+23+23	1+1+1				69	3			1
Y	3	27	81	22+23+23	2+1+1				68	3			
Z	3	27	81	22+23+23	1+1+1				68	3			
Spolu	101		939			168	265	286	205	39	4	0	4

Tabuľka 34 Rozmiestenie prepínačov a portov

Príloha 5. Rozmiestnenie optických káblov a príslušenstva

Z-Do	Počet vlákien			Patch kábel RJ45	Optické konektory a zvary	Optické spojky	Popis trasy
	2	4	8				
Router-Internet		10 m			2 ks		
Router-Server				1 ks			
S1-Router				2 ks			
S1-S2		145 m			4 ks		Centrála(5m)+H1+X(65m)+H2+Z(5m)
S2-S3		403 m			2 ks		Z(5m)+H3+E(65m)+H4+M(145m)+H5+R(20m)
S3-S4		397 m			4 ks		R(10m)+H6+S(30m)+H7+K,J(220m)+H8+I(65m)
S4-S1		274 m			4 ks		I(10m)+H9+F(17m)+H10+E(12m)+H11+A(5m)+H12+Centrála(5m)
SPOLU		1229 m		3 ks	16 ks		

Tabuľka 35 Prepojenie optických prepínačov a zariadení na centrále

Z-Do	Počet vlákien			Patch kábel RJ45	Optické konektory a zvary	Optické spojky	Popis trasy
	2	4	8				
S1-A	40 m				2 ks		
A-B	45 m				2 ks		
B-C	75 m				2 ks		
C-D	140 m				2 ks		
D-S1	50 m				10 ks	4 ks	50m a napojenie na existujúce vlákno
S1-E1		190 m			4 ks		
E1-E2	40 m				2 ks		
E2-E3	40 m				2 ks		
E3-E4	50 m				2 ks		
E4-S1					6 ks	4 ks	Použije sa existujúce vlákno
SPOLU	480 m	190 m			34 ks	8 ks	

Tabuľka 36 Prepojenie prepínačov v lokalite S1

Z-Do	Počet vlákien			Patch kábel RJ45	Optické konektory a zvary	Optické spojky	Popis trasy
	2	4	8				
S2-X1		75 m			6 ks		
S2-X2	25 m				4 ks	2 ks	Napojenie na kábel S2-X1
S2-X3	25 m				2 ks	1 ks	Naviaže sa na kábel S2-X2
S2-Y1		75 m			4 ks		
S2-Y2	25 m				2 ks	2 ks	Naviaže sa na kábel S2-Y1
Y2-Y3	25 m				2 ks		Naviaže sa na kábel S2-Y2
S2-Z1				1 ks			Twinax kábel
S2-Z2	25 m				2 ks		
Z2-Z3	25 m				2 ks		
S2-Škola	100 m				2 ks		
SPOLU	250 m	150 m		1 ks	26 ks	5 ks	

Tabuľka 37 Prepojenie prepínačov v lokalite S2

Z-Do	Počet vlákien			Patch kábel RJ45	Optické konektory a zvary	Optické spojky	Popis trasy
	2	4	8				
S3-R2	30 m				2 ks		
R2-R3	60 m				2 ks		
S3-T1	40 m				2 ks		
T1-T2	40 m				2 ks		
S3-R1				1 ks			
R1-Q1			40 m		4 ks		
Q1-Q2		90 m			2 ks		
Q2-S3						1 ks	Použije sa existujúce vlákno
S3-P1	60 m				2 ks	2 ks	
P1-P2	30 m				2 ks		
P1-O	80 m				2 ks		
O-N	80 m				2 ks		
N-S3	100 m				2 ks	1 ks	Napojenie na kábel S3-M1
S3-M1			50 m		6 ks		
M1-M2	30 m				2 ks		
M2-M3	30 m				2 ks		
M3-M4	30 m				2 ks		
M4-S3					6 ks	3 ks	Použije sa existujúce vlákno a S3-M1
SPOLU	610 m	90 m	90 m	1 ks	40 ks	7 ks	

Tabuľka 38 Prepojenie prepínačov v lokalite S3

Z-Do	Počet vlákien			Patch kábel RJ45	Optické konektory a zvary	Optické spojky	Popis trasy
	2	4	8				
S4-F1			80 m		8 ks	2 ks	
F1-F2		60 m			4 ks	1ks	
F2-S4							Použije sa existujúce vlákno
S4-G1		90 m			2 ks		Napojenie na kábel S4-F1- F2
G1-G2	30 m				2 ks		
G2-G3	60 m				2 ks		
G3-S4	80 m				2 ks	1 ks	Napojenie na kábel S4-F1
S4-H	50 m				2 ks		
S4-I1				1 ks			
I1-I2	50 m				2 ks		
S4-J1		100 m			4 ks		
J1-J2	35 m				2 ks		
J2-K1	80 m				2 ks		
K1-K2	40 m				2 ks		
K2-S4					2 ks	1 ks	Použije sa existujúce vlákno
K2-Ubytovňa	60 m				2 ks		
SPOLU	485 m	250 m	80 m	1 ks	38 ks	5 ks	

Tabuľka 39 Prepojenie prepínačov v lokalite S4

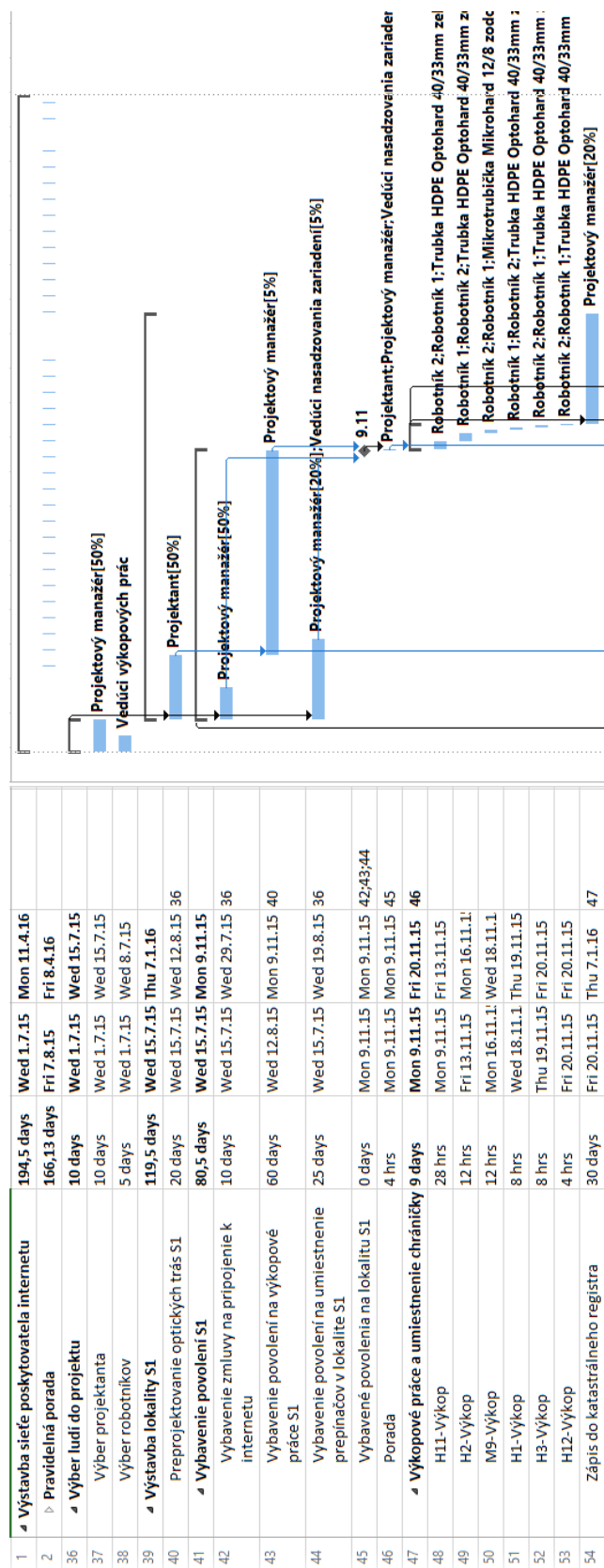
Lokalita	Počet vlákien			Patch kábel RJ45	Optické konektory a zvary	
	2	4	8			Optické spojky
Centrála a hlavný okruh		1229 m		3 ks	16 ks	
S1	480 m	190 m			34 ks	8 ks
S2	250 m	150 m		1 ks	26 ks	5 ks
S3	610 m	90 m	90 m	1 ks	40 ks	7 ks
S4	485 m	250 m	80 m	1 ks	32 ks	2 ks
SPOLU	1825 m	1909 m	170 m	6 ks	148 ks	22 ks

Tabuľka 40 Súčet optických vlákien, konektorov, spojok a patch káblov

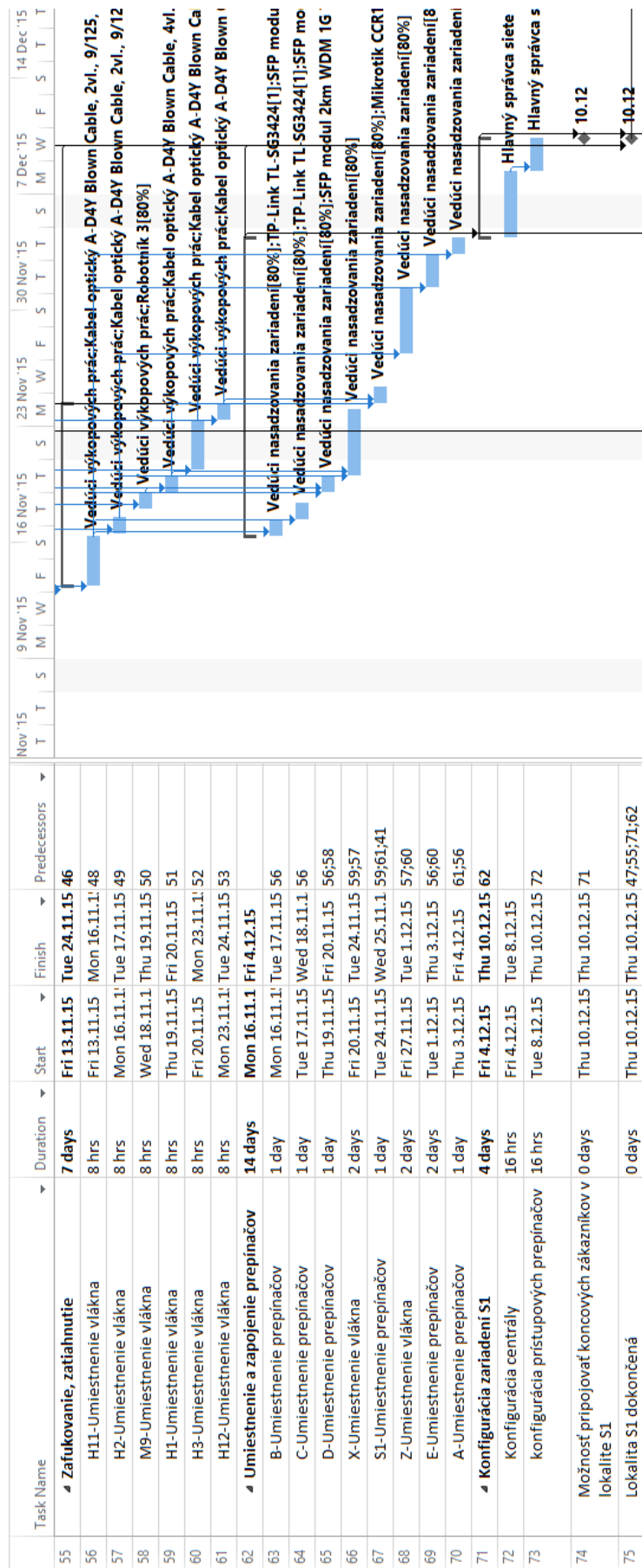
Umiestnenie SFP modulov	Počet SFP modulov
Prístupové prepínače	73 ks
Optický prepínač S1	8 ks
Optický prepínač S2	10(1) ks
Optický prepínač S3	11 ks
Optický prepínač S4	11 ks
Spolu	114 ks

Tabuľka 41 Rozpis SFP modulov

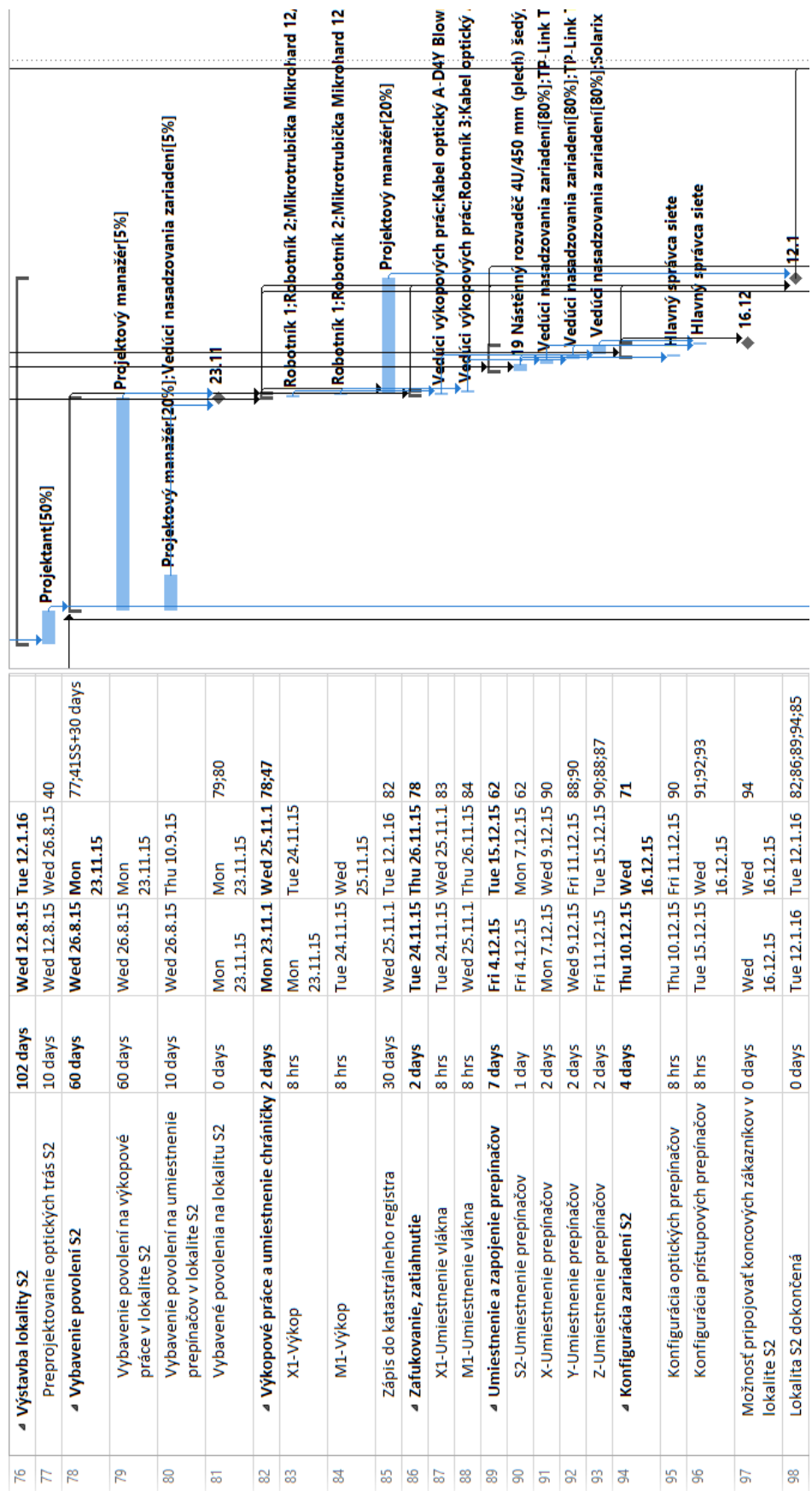
Príloha 6. Gantov diagram



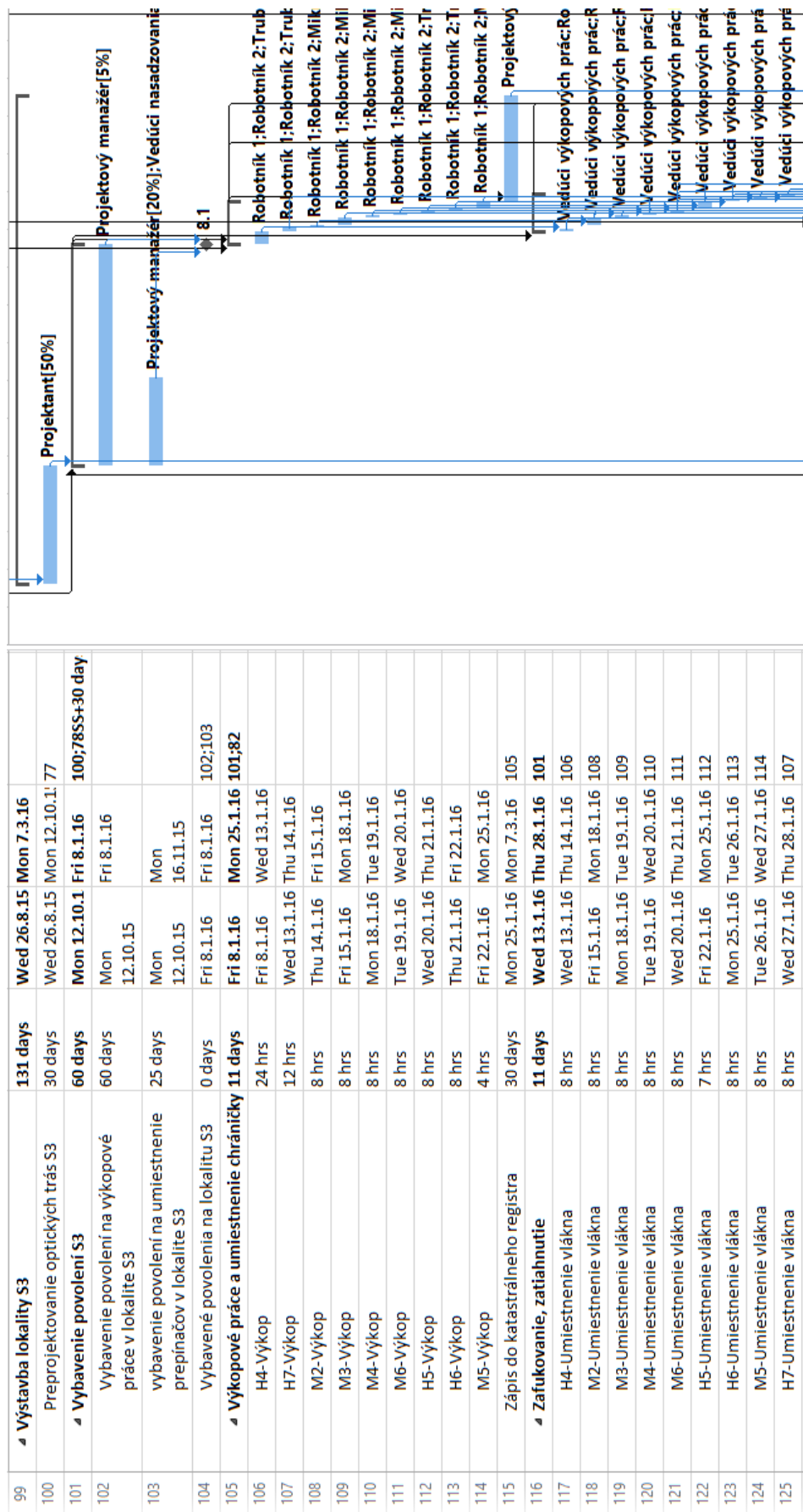
Obrázok 27 Gantov diagram časť 1



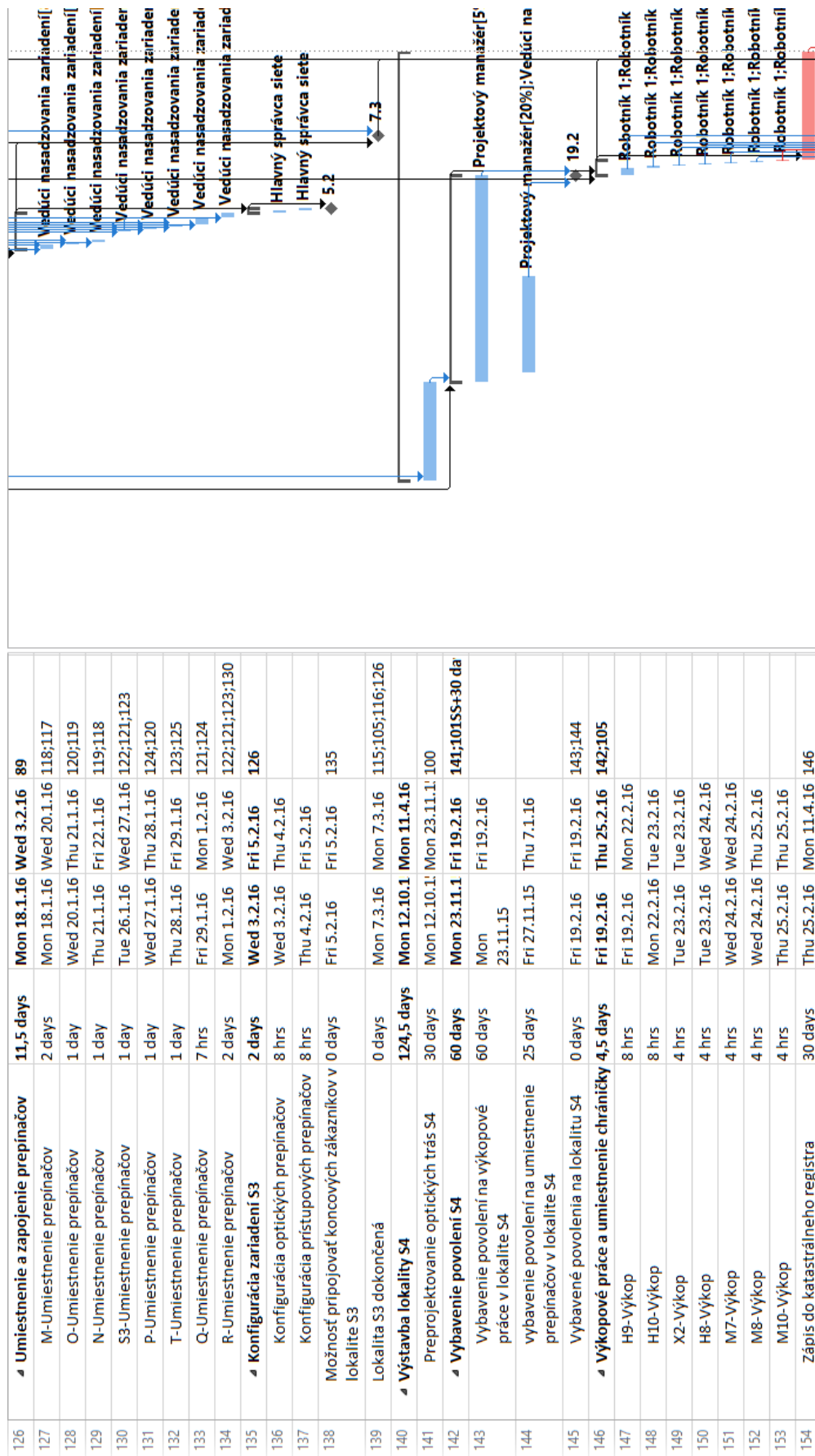
Obrázok 28 Gantov diagram časť 2



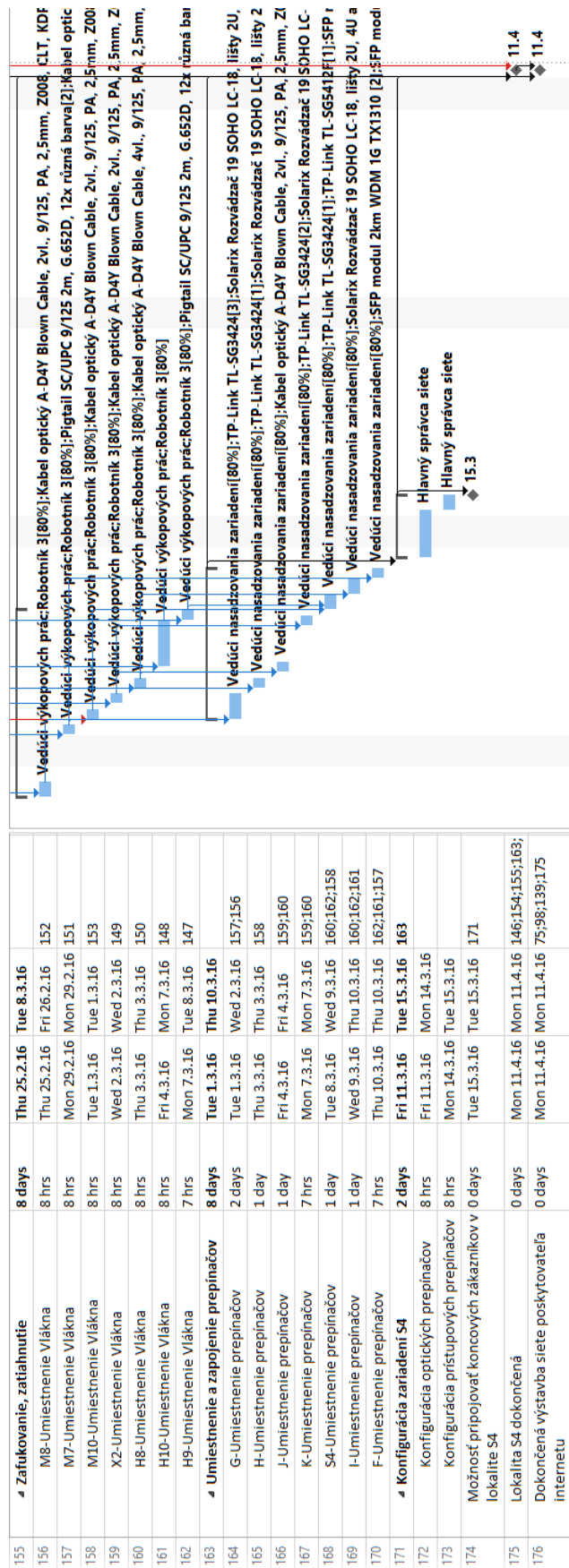
Obrázok 29 Gantov diagram časť 3



Obrázok 30 Gantov diagram časť 4



Obrázok 31 Gantov diagram časť 5



Obrázok 32 Gantov diagram časť 6

Príloha 7. CD/DVD

BenjaminKovacsDp.pdf