

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství



Diplomová práce

Implementace VoIP technologie ve středně velké společnosti

Ondřej Kafka

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ondřej Kafka

Informatika

Název práce

Implementace VoIP technologie ve středně velké společnosti

Název anglicky

Implementing VoIP technology in medium-sized company

Cíle práce

Diplomová práce je tématicky zaměřena na problematiku využívání VoIP technologie v prostředí středně velké společnosti. Cílem rešeršní části práce je seznámit s principy fungování VoIP telefonie, popsat její vývojové etapy a řešení různých výrobců. Hlavním cílem praktické části je ukázat možnou migraci a rozšíření o moderní VoIP technologii (AVAYA, Microsoft Lync) ve společnosti využívající klasickou digitální telefonii TDM. Dalším dílčím cílem je ukázat možné problémy při implementaci a přínosy nové technologie.

Metodika

Tvorba rešeršní části diplomové práce vychází ze studia a analýzy odborných informačních zdrojů zaměřených na fungování VoIP technologie. Rešeršní část práce má za úkol objasnit teoretické základy VoIP technologie. Praktická část je zaměřena na implementaci VoIP technologie v konkrétní společnosti. Výsledky implementace budou analyzovány, zpracovány a následně zhodnoceny. Na základě syntézy teoretických znalostí a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry práce.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

Microsoft Lync, SIP, VoIP technologie, AVAYA, LAN, telekomunikace, digitální telefonie, středně velká společnost

Doporučené zdroje informací

BAZALA, David, 2006. Telekomunikace a VoIP telefonie. Praha: BEN technická literatura. ISBN 80-7300-201-9.

VOZŇÁK, Miroslav, 2008. Voice over IP. Ostrava: Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-1828-3.

WALLACE, Kevin, 2007. VoIP bez předchozích znalostí. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978-80-251-1458-2.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Dana Vynikarová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačního inženýrství

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Implementace VoIP technologie ve středně velké společnosti" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 3. 2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Daně Vynikarové, Ph.D. za odborné vedení, podnětné připomínky a trpělivost při vytváření této práce. Dále bych rád poděkoval svým kolegům v zaměstnání a obchodním partnerům, se kterými spolupracuji v rámci zaměstnání, za poskytnutí cenných rad a podkladových materiálů pro tuto práci.

Implementace VoIP technologie ve středně velké společnosti

Souhrn

Diplomová práce se zabývá problematikou využívání VoIP technologie v prostředí středně velké společnosti. Na začátku práce jsou popsána teoretická východiska fungování VoIP technologie. Nejdříve je popsán historický kontext vzniku VoIP telefonie, následuje základní popis principů a postupného vývoje VoIP technologie. Další část je věnována seznámení s řešením výrobců Cisco, Asterisk, Microsoft a AVAYA. Praktická část se zabývá konkrétní společností využívající klasickou digitální telefonii, která řeší implementaci a rozšíření systému o VoIP technologii. Je zde popsán implementační postup k zprovoznění Signaling serveru AVAYA, nastavení Provisioning serveru pro automatickou konfiguraci IP telefonních přístrojů a zprovoznění komunikačního spojení na Microsoft Lync 2013. Dále jsou zde ukázány problémy a jejich řešení, ke kterým docházelo během implementace a při zprovoznění systému. Výsledkem je funkční systém, na který je možné připojovat VoIP telefonní přístroje AVAYA, telefonní přístroje využívající protokol SIP a komunikovat s uživateli využívající Microsoft Lync 2013. Výsledky práce jsou v závěru vyhodnoceny, shrnuty a je nastíněn další možný vývoj.

Klíčová slova: telekomunikace, středně velká společnost, implementace, AVAYA , Microsoft Lync, VoIP technologie, digitální telefonie, SIP, H.323, LAN

Implementing VoIP technology in medium-sized company

Summary

This thesis deals with the use of the VoIP technology in the environment of a midsize company. At the beginning of the thesis, theoretical aspects of functioning of the VoIP technology are described. First, historical context of the VoIP telephony is depicted, followed by a description of basic principles and gradual development of the VoIP technology. The next section is aimed at familiarization with the solutions provided by Cisco, Asterisk, Microsoft and Avaya. The practical part of this thesis presents a particular company using standard digital telephony where the implementation and expansion of the VoIP technology is addressed. In this part, implementation process for launching AVAYA Signaling Server, Provisioning Server settings for automatic configuration of IP phones and launching a communications link for Microsoft Lync 2013 are described. Furthermore, problems and solutions are shown that have occurred during the implementation and installing the system. The result is a functioning system with the possibility of connecting VoIP telephones AVAYA and telephones using SIP, and enabling communication with users using Microsoft Lync 2013. At the end of the thesis, results are evaluated and summarized, and future possible development is outlined.

Keywords: telekomunikation, medium-sized company, implementation, AVAYA, Microsoft Lync, VoIP technology, digital telephony, SIP, H.323, LAN

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Teoretická východiska	13
3.1 Historie VoIP	13
3.2 Princip fungování VoIP.....	16
3.2.1 Kodeky.....	16
3.2.2 Činitelé ovlivňující kvalitu hlasového přenosu	17
3.2.3 H.323.....	19
3.2.3.1 Princip komunikace v H.323	19
3.2.3.2 Architektura a prvky H.323	20
3.2.4 SIP.....	22
3.2.4.1 SIP architektura	24
3.2.4.2 SIP žádosti	25
3.2.4.3 SIP odpovědi	26
3.2.4.4 Vytvoření SIP spojení.....	27
3.2.4.5 Zabezpečení SIPU a RTP	27
3.2.4.6 SDP (Session Description Protocol)	27
3.3 Vybraní výrobci VoIP	27
3.3.1 Cisco	28
3.3.2 Skype	29
3.3.2.1 Princip Skype.....	30
3.3.3 Asterisk	32
3.3.4 Microsoft Lync	35
3.3.4.1 Klientská část – hlavní funkcionality	36
3.3.4.2 Serverová část.....	37
3.3.4.3 Licencování - serverová část	39
3.3.4.4 Licencování - klientská část	40
3.3.4.5 Enterprise Voice	41
3.3.5 AVAYA.....	41
3.3.5.1 Vybrané prvky Avaya Aura.....	42

3.3.5.2	Communication Server 1000	42
4	Praktická část	51
4.1	Specifikace požadavku	51
4.2	Popis a analýza stávajícího systému	52
4.3	Návrh řešení	53
4.4	Shrnutí, kalkulace a implementace	54
4.4.1	Cenové kalkulace	55
4.4.2	Zprovoznění Signaling serveru pro CS 1000M	57
4.4.3	Připojení Signaling serveru do System manageru	60
4.4.4	Vytvoření Node pro IP telefonii	62
4.4.5	Vytvoření IP zón v Pbx a Signeling Serveru	62
4.4.6	Příprava média karty v Pbx.....	64
4.4.7	Konfigurace IP telefonu.....	68
4.4.8	Konfigurace SIP telefonu.....	71
4.4.9	Konfigurace SIP trunku na napojení na Mediation server.....	77
4.4.9.1	Nastavení Session manageru	80
4.4.10	Microsoft Lync 2013 – nastavení Mediation serveru	83
4.4.11	Nastavení pravidel pro volání	85
4.4.12	Konfigurace klientů	88
4.4.13	Povolení přístupů, bezpečnost a napájení telefonních přístrojů.....	89
4.4.14	Řešení problémů při testování volání z Lync na AVAYA	90
4.4.15	Nastavení Provisioning serveru pro VoIP telefonii	91
4.4.16	Vzdálené lokality	93
4.4.17	Řešení problémů se vzdáleným pracovištěm.....	94
4.4.18	Nastavení konferenčního telefonu Polycom	95
4.5	Přínosy nové technologie	96
5	Zhodnocení výsledků	98
6	Závěr.....	99
7	Seznamy	101
7.1	Seznamy použitých zdrojů	101
7.2	Seznam obrázků	105
7.3	Seznam tabulek	107
8	Přílohy	108

1 Úvod

V současné době se pomalu ze společností vytrácí klasické ústředny s analogovými nebo digitálními telefony a nahrazují je moderní technologie založené na paketovém přenosu označovanými jako VoIP (Voice Over Internet Protocol) telefonie. V nových projektech řešících výstavbu nových středisek nebo zázemí pro korporace se s klasickými ústřednami již nesetkáme. Jsou nabízeny již řešení založené na technologiích VoIP od různých společností jako je AVAYA, Unify, CISCO, Microsoft Lync aktuálně jako Skype for bussiness. Společnosti, které doposud využívaly klasické telefonní systémy, byly nebo jsou nuceny z důvodů ukončování podpory těchto systémů upgradovat na systém s podporou VoIP, vytvářet hybridní systémy nebo investovat do nákupu zcela nových řešení. Současný trend je ve znamení UC Unified Communication ve významu sjednocené komunikace, ve které se propojují pevné a mobilní telekomunikační systémy, textové zprávy, kalendáře, poštovní servery.

Tuto problematiku jsem si zvolil z důvodu, že pracuji ve společnosti, která využívá telekomunikační technologie k podpoře svého podnikání, tak jako většina současných společností. Naše společnost dlouhou dobu využívala klasickou telefonii (bez dalších benefitů). V poslední době se objevily požadavky na modernizaci s využitím nových služeb a současném zachování výhod staré osvědčené technologie. Většina podniků využívajících klasickou telefonii by ráda zachovala odzkoušený standard, bezpečnost a stabilitu starých systémů, ale zároveň by ráda využila možnosti nových technologií. K tomu jim může posloužit postupný přechod k novému modernějšímu řešení. Z těchto důvodů mi přišlo zajímavé toto téma zpracovat jako svojí práci.

V jistých případech se ke klasickým telefonním přístrojům obtížně hledá alternativa, která by tak snadno zabezpečila téměř bezchybný provoz na těchto zařízeních. Jedná se především o dispečerská pracoviště, která využívala v případě klasické telefonie oddělené sítě a tak nemohlo dojít ke kolizi se sítovým provozem, k výpadkům na aktivních prvcích jako jsou switche, routery a bylo téměř nemožné takové hovory odposlouchávat. V současné době jsou tyto provozní a bezpečnostní hrozby odvraceny pomocí bezpečnostních protokolů, oddělením určitého segmentu sítě pomocí VLAN (Virtual Local Area Network), QoS (Quality of Service), dostatečným dimenzováním páteřního segmentu

a dalšími podpůrnými mechanismy. Tyto nadstavby jsou však náročné na údržbu, aktualizace a správnou implementaci.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Diplomová práce je tematicky zaměřena na problematiku využívání VoIP technologie v prostředí středně velké společnosti. Cílem rešeršní části práce je seznámit se s principy fungování VoIP telefonie, popsat její vývojové etapy a řešení různých výrobců. Hlavním cílem praktické části je ukázat možnou migraci a rozšíření o moderní VoIP technologii (AVAYA, Microsoft Lync) ve společnosti využívající klasickou digitální telefonii TDM. Dalším dílčím cílem je ukázat možné problémy při implementaci a přínosy nové technologie.

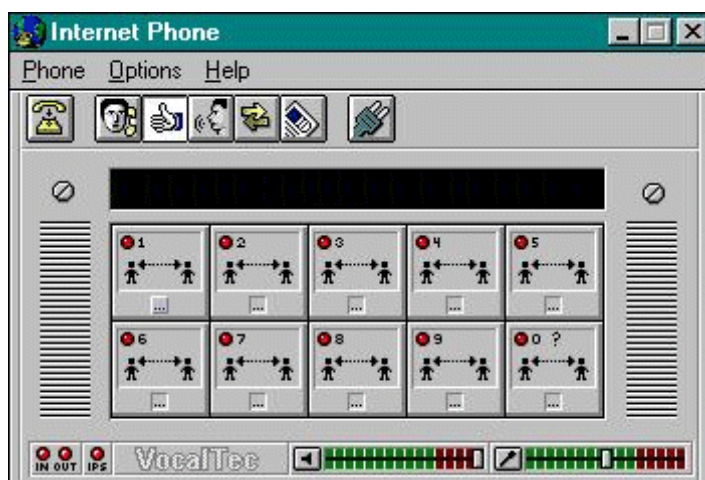
2.2 Metodika

Tvorba rešeršní části diplomové práce vychází ze studia a analýzy odborných informačních zdrojů zaměřených na fungování VoIP technologie. Rešeršní část práce má za úkol objasnit teoretické základy VoIP technologie. Praktická část je zaměřena na implementaci VoIP technologie v konkrétní společnosti. Výsledky implementace budou analyzovány, zpracovány a následně zhodnoceny. Na základě syntézy teoretických znalostí a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry práce.

3 Teoretická východiska

3.1 Historie VoIP

S rozšířením Internetu v 90 letech, kdy začalo přibývat subjektů připojených do této nové rozsáhlé počítačové sítě a kteří si mohli mezi sebou zasílat emailové zprávy, prohlížet a stahovat obsah z webových stránek se zrodila myšlenka, zdali by nebylo možné také tuto síť využít k telekomunikačnímu přenosu a tím ušetřit prostředky za využívání telekomunikačních služeb operátorů. V roce 1995 vznikla první aplikace od izraelské společnosti VocalTec s názvem „Internet Phone“, kterou bylo možné nainstalovat na tehdejší operační systém Windows 3.1. Aplikaci bylo možné využívat pouze pro propojení dvou PC mezi sebou s nainstalovanou zvukovou kartou a sluchátky s mikrofonom. Vzhledem k nízké přenosové rychlosti mezi PC (Personal Computer) byla kvalita přenášeného zvuku na nízké úrovni, avšak volání bylo zdarma. Platil se pouze poplatek za připojení do internetu. (Peterka, 2006) Aplikace je zobrazena na obrázku 1.



Obrázek 1 - Aplikace Internet Phone pro Windows 3.1 od VocalTecu (Peterka, 2006)

V další vývojové fázi se hledal způsob, jak se pomocí VoIP dovolat i na telefonní přístroje zapojenými v PSTN (Public telephony network), a tak využití VoIP rozšířit. V roce 1996 bylo výsledkem snažení společností AudioCodes, Cisco, Net2Phone, Nuera, NMS zařízení Media Gateway, které umožňovalo volání mezi počítačem a PSTN sítí. Z toho důvodu již uživatel nepotřeboval internet ani VoIP telefonní přístroj, aby mohl využívat technologii VoIP. Nyní uživatel mohl volat z telefonního přístroje na jiný vzdálený telefonní přístroj,

aniž by věděl, že operátor posílá jeho hlas pomocí paketů přes většinu komunikační trasy. Media Gateway byl první komerční produkt VoIP. Mezi prvními výrobci těchto bran byl Vocaltec, Vienna Systems, Nuera, Cisco, Clarent a Ascend. Brány používaly protokol H.323 a SS7 (Signaling System Number 7). V roce 1998 byl standardizován protokol MGCP (Media Gateway Control Protocol), který slouží pro komunikaci a ovládání hlasových bran. (Sipnology, © 2009)

V České republice tohoto vývoje využil tehdejší mobilní operátor Radiomobil, který v roce 1998 spustil službu Paegas Internet Call, která je zobrazena na obrázku 2. Tato služba využívala datovou síť k přenosu vnitřního hovoru, zatímco účastník používal standardní mobilní přístroj. Cena hovoru se tímto způsobem snížila až o 50% oproti cenám tehdejšího pevného operátora Telecom. Později ho následoval i druhý mobilní operátor v České republice Eurotel a služba se jmenovala Netcall-55. (Peterka, 2006)

Paegas Internet Call

Paegas Internet Call Paegas jako první na světě představuje jedinečné propojení mobilního telefonu a Internetu, službu Paegas Internet Call. Díky této technologii vám nabízíme nevýhodnější minutové sazby za spojení z České republiky do vybraných států skupiny Evropa a skupiny Svět. Pro tuto službu nepotřebujete žádný počítač, nemusíte nic aktivovat ani platit žádný měsíční paušál. Zapomeňte na čas a využívejte 24 hodin denně velmi výhodné minutové sazby. Pro přístup k této službě potřebujete znát pouze speciální přístupové číslo. Toto číslo je do států skupiny Evropa 42 a pro ostatní státy ve skupině Svět 44.

Seznam zemí pro službu Paegas Internet Call

Evropa	Svět
Belgie, Dánsko, Francie, Irsko, Itálie, Německo, Nizozemsko, Polsko, Rakousko, Španělsko, Švýcarsko, Velká Británie	Austrálie, Izrael, Hongkong, Japonsko, Jižní Korea, Kanada, Mexiko, Singapur, Turecko, Ukrajina, USA a Havajské ostrovy

Jak používat službu Paegas Internet Call

Použití	Příklady
<ul style="list-style-type: none"> před směrové číslo země je třeba vždy přidat přístupové číslo služby Paegas Internet Call pokud se daná země nachází ve skupině Evropa, je toto číslo 42 pokud se daná země nachází ve skupině Svět, je toto číslo 44 poté zadejte směrové číslo země (např. Německo 0049) pak již zadejte národní směrové číslo (např. Berlin 30) a číslo účastníka 	Příklad spojení: Z České republiky do Německa, Berlin 42 0049 30 Z České republiky do USA, New York 44 001 212

Poznámka: Služba Paegas Internet Call není přístupná z předplacených karet TWIST.

Ceník služeb Paegas Internet Call

(Ceny jsou uvedeny bez DPH a účtují se za každých započatých vteřin od spojení)

Evropa	42	12,90 Kč/min. (bez DPH)
Svět	44	19,90 Kč/min. (bez DPH)

Obrázek 2 - Nabízená služba od Radiomobilu (Peterka, 2006)

V roce 1999 se objevuje další typ volání a to volání z počítače na klasický telefon označovaného jako „PC to Phone“. Toto volání je nejdříve vedeno z počítače do Internetu a následně je hovor přepojen do klasické telefonní sítě pomocí vhodné brány. V České republice se zpočátku využívala tato služba od zahraničních poskytovatelů ponejvíce z USA. Pro přepojení hovoru z Internetu do klasické sítě se používaly zahraniční brány, které za místní poplatek hovor ukončily u požadovaného účastníka. V České republice se například využívaly tyto služby od společností Net2Phone, Contactel (služba RedCall), Delta Three (služba Globe Phone). Toto volání bylo používané hlavně pro volání do zahraničních destinací, protože při volání v rámci místního nebo meziměstského volání byl hovor přepojen v zahraničí a následně se vracel klasickou telekomunikační sítí zpět do České republiky a to již nebylo finančně výhodné. Bylo to z důvodu, že tuzemské přepojovací brány mezi Internetem a klasickou telefonní sítí nebyly zprovozněny. (Peterka, 2006)

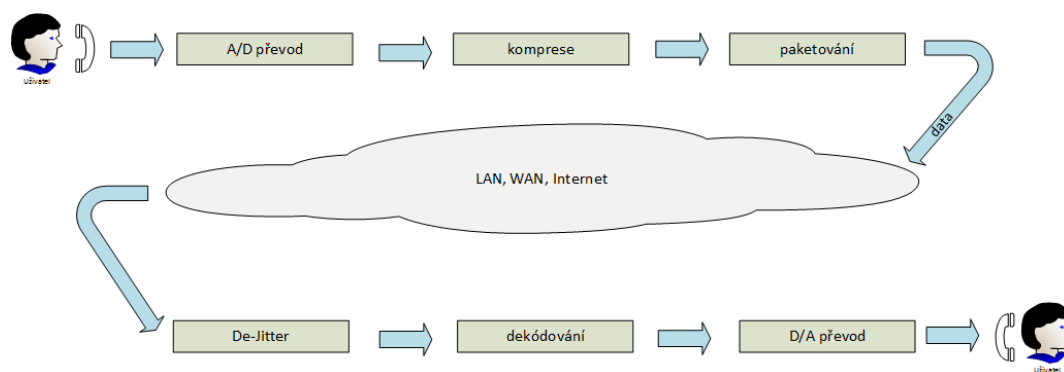
První tuzemská společnost, která umožnila levná volání i v rámci místních a meziměstských hovorů byla společnost Voipac, s.r.o. V roce 2002 spustila tuto službu pod názvem Fyan. Řešení společnosti Voipac bylo založeno na své vlastní softwarové technologii a na svých vlastních hardwarových produktech. (Mobilmania, 2002)

Snížení poplatků za volání společnost docílila umístěním telekomunikačních bran do cílových zemí. V důsledku toho byl hovor veden do cílové země po síti Internet a následnou terminaci na pevnou telefonní linku nebo na mobilní přístroj provedl místní poskytovatel. Z počátku takto bylo možné realizovat pouze odchozí volání, ale později bylo možné i přijímat příchozí hovory. (E15 Profit, 2002)

V roce 2003 se na trhu objevuje společnost Skype, která nabízí volání mezi počítači připojenými do sítě Internet, zasílání zpráv, chatování, konferenční hovory, video hovory, zasílání souborů. Technologie byla postavena na principu peer-to-peer sítí a k dispozici byla zcela zdarma. Později v roce 2004 umožnila svým uživatelům za zakoupení volacího kreditu volání i do klasické telefonní sítě. Díky své popularitě se aplikace brzy rozšířila po celém světě. (Peterka, 2006)

3.2 Princip fungování VoIP

Voice Over Internet Protocol znamená hlas přenášený přes Internet Protokol. Internet Protokol je v informatice základním protokolem pracující na síťové vrstvě datových sítí. VoIP je technologie, která umožňuje přenos digitalizovaného hlasu v těle paketů. Pro digitalizaci hlasu se využívají speciální procesory DSP (Digital Signal Procesor), které převádí analogový signál na digitální a obráceně. Dále také DSP provádí hlasovou kompresi, překódování mezi různými kodeky a umožňuje vytváření konference mezi více účastníky. Převod signálů se provádí pomocí kodeku, který podle určitého algoritmu kóduje nebo dekóduje signál. (Matoušek, 2012, s. 268) Princip zpracování a přenos hlasu je zobrazen na obrázku 3.



Obrázek 3 - Princip VoIP (Siemens, 2010, s. 6)

Hlas je nejdříve pomocí A/D (Analog/Digital) převodníku převeden do digitální podoby. Následně je datový signál komprimován a paketizován. Po průchodu IP sítí je na straně příjemce přijatý paket zařazen do vyrovnávací mezipaměti (de-jitter buffer), který eliminuje rozptýlení zpoždění jednotlivých paketů. Dále jsou data dekódována a převedena na analogový výstup. (Vozňák, 2008, s. 45-46)

3.2.1 Kodeky

Pro kódování hlasu se používají kodeky, které se liší typem používaných algoritmů pro zpracování signálu, kódovací rychlostí, MIPS (Million Instructions Per Second) a MOS (Mean Opinion Score). MOS je způsob měření kvality hlasu pomocí cvičeného sluchu po průchodu přes testovaný kodek. Hodnoty MOS jsou odstupňovány od 1 do 5.

1 je nedostatečná kvalita a 5 je neuspokojivá kvalita (Wallace, 2007, str 50). Algoritmy, které používají kódování ve tvaru vlny (waveform algorithms) jsou například kodeky PCM (Pulse-code modulation), DPCM (diferenční PCM) a ADPCM (adaptivní diferenční PCM). Mezi algoritmy využívající kódování parametrů zdroje signálu, někdy označované jako hlasové kodeky (vocoders), používají specifické kompresní schéma upravené pro kódování lidské řeči LPC (Linear Predictive Coding). Mezi tyto kodeky zařazujeme například APC (Adaptive Predictive Coding), CELP (Code Excitation Linear Prediction), LD-CELP (Low Delay CELP) nebo CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic CELP). Zvláštním typem kódování je MPMLQ (Multipulse Maximum Likelihood Quantization). (Matoušek, 2014, s. 269) Rozdělení kodeků dle názvu, používaného algoritmu, rychlosti, MOS a náročnosti na výpočetní výkon je v tabulce 1.

Tabulka 1 - Typ kódování a jeho parametry (Vozňák, 2008, s. 43)

Kodek	Typ	Rychlost (kbit/s)	MOS	MIPS
G.711	PCM	64	4,20	0,1
G.723. 1	MP-MLQ	5,33	3,65	16
G.723. 1	ACELP	6,4	3,90	16
G.726	ADPCM	32	3,85	12
G.728	LD-CELP	16	3,61	33
G.729	CS-ACELP	8	3,92	20
G.729 x 2 encodings	CS-ACELP	8	3,27	20
G.729 x 3 encodings	CS-ACELP	8	2,68	20

3.2.2 Činitelé ovlivňující kvalitu hlasového přenosu

Mezi hlavní faktory, které ovlivňují kvalitu hlasového přenosu přes IP síť, je ztrátovost paketů, zpoždění paketů, kolísání zpoždění a ozvěna.

Ztrátovost paketů vzniká, pokud je síť nestabilní, dochází k zahlcení nebo různým zpožděním v síti. K eliminaci ztrátovosti paketů se využívají různé algoritmy, které jsou přímo součástí kodeků. Lineární predikci CELP (Code Excited Linear Prediction) využívají například kodeky G.723. 1, G.728 a G.729. Při ztrátě kolem 3% se u kodeku G.729 pouze sníží hodnota kvality hovoru MOS o 0,5. V případě, že dojde ke ztrátě následně za sebou jdoucích paketů, rekonstrukce pomocí algoritmů není možná a dochází k výpadkům signálu. (Matoušek, 2014, s. 271)

Zpoždění paketů je časový rozdíl mezi okamžikem promluvy volajícího a okamžikem vyslechnutí volaného dle ITU-T G.114. Zpoždění můžeme rozdělit do dvou skupin. Na pevné a proměnlivé zpoždění. Pevné zpoždění je dané zpracováním, kódováním hlasu a šířením signálu. Podle standardu ITU-T G.114 by mělo být menší než 150 ms. Při dalším zpoždění se kvalita hlasového přenosu velice zhoršuje a nad 400 ms již není možné takový přenos provozovat. Proměnné zpoždění je důsledkem zadržení ve výstupních frontách nebo sériovým zpracováním, které je určováno velikostí paketů a rychlostí linky. Dlouhé pakety při zpracování mohou blokovat krátké pakety a tím způsobovat zpoždění. Předcházet zpoždění v síti je možné pomocí prioritizací hlasových paketů před ostatním provozem, například nastavením QoS (Quality of Service) v IP datagramu. (Matoušek, 2014, s. 271)

Kolísání zpoždění vzniká během průchodu IP sítí a je způsobeno tím, že každý IP datagram se posílá nezávisle na ostatních a tak se mohou po sobě jdoucí datagramy přenášet v síti jinou cestou. Tímto vzniká jitter (rozptyl). Na straně příjemce se tento rozptyl eliminuje pomocí vyrovnávacího buferu (dejitter), který dokáže svou velikost přizpůsobit současnému stavu sítě. (Matoušek, 2014, s. 271)

Ozvěna je způsobená nežádoucím vrácením hlasového signálu zpět k volajícímu. Vzniká přenosem hlasu ze sluchátka do mikrofону. Elektrické echo vzniká při přechodu čtyřdrátového vedení na dvoudrátové. Eliminuje se použitím mikrofónů s potlačením echa nebo pomocí eliminace v DSP. (Matoušek, 2014, s. 271)

Volba kodeku je důležitá a měla by se přizpůsobit současným přenosovým možnostem IP sítě. Každý kodek využívá různé algoritmy pro zpracování, přenos a zabírá jinou šířku pásma. V širokopásmových sítích je možné použít například neztrátový kodek G.711 s šířkou pásma 64 kb/s s velmi dobrou kvalitou hovoru a v pomalé síti je lepší využít kodek G.729 s přenosovou rychlostí 8 kb/s i když horší kvalitou hovoru.

3.2.3 H.323

Standard H.323 je první doporučení od ITU-T (International Telecommunication Union), které se věnovalo popisu přenášení hlasu v paketových sítích. První verze doporučení H.323 vznikla v roce 1996 a popisovala zařízení, terminály a služby multimediální komunikace v sítích LAN (Local Area Network). V operačním systému MS Windows 3.1 byl implementován do aplikace NetMeeting (VoIP a videokonferenční aplikace od společnosti Microsoft). Další verze H.323 vylepšovaly vyjednávání médií během sestavování spojení, bezpečnost, QoS a další vlastnosti a telekomunikační služby. Poslední publikovaná verze je z roku 2006. V roce 2009 měl být uvolněn nový protokol H.235, který měl nahradit H.323 a protokol SIP (Session Initiation Protocol). K tomuto kroku, ale nikdy nedošlo vzhledem k tomu, že protokol SIP se díky své otevřenosti, textové struktuře a jednoduché koncepci více rozšířil než H.323. (Vozňák, 2008, s. 47- 49)

3.2.3.1 Princip komunikace v H.323

Hovorová data jsou přes datovou síť přenášena pomocí protokolů RTP (Real-time Transport Protokol) a RTCP (RTP Control Protokol). Oba protokoly jsou součástí aplikační vrstvy. RTP protokol přenáší hovor a RTCP zajišťuje přenos řídicích a stavových informací. (Vozňák, 2008, s. 26).

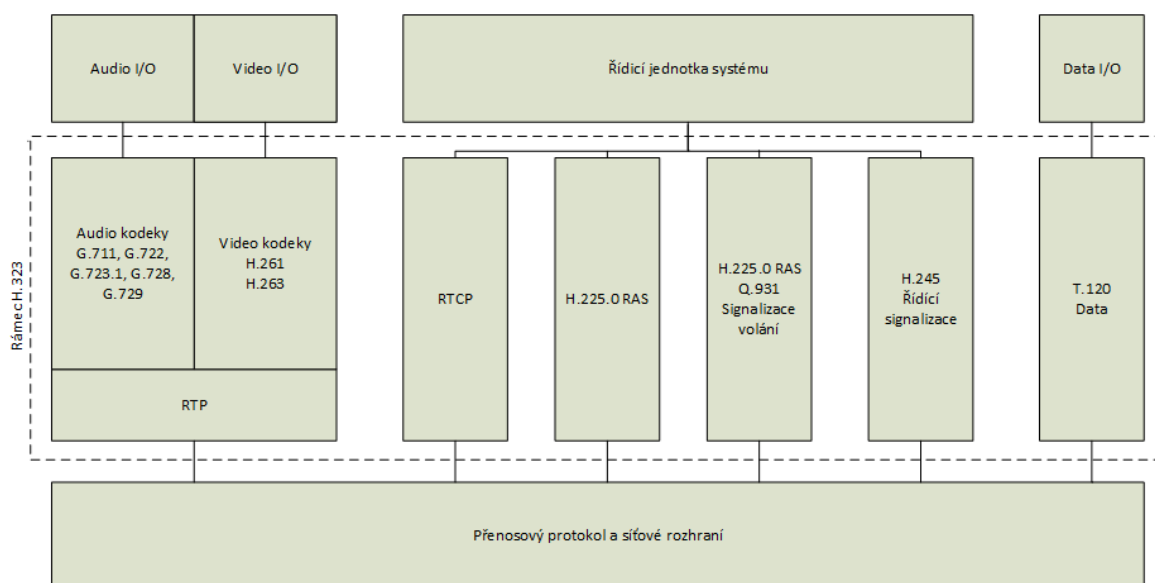
Signalizace se přenáší pomocí transportní vrstvy buď přes protokol UDP (User Datagram Protocol) nebo spolehlivý protokol TCP (Transmission Control Protocol). Je dána doporučením H.225.0 (ITU-T). Jednotlivé signalizační protokoly v komunikaci H.323 jsou následující:

- Protokol RAS (Registration, Admission and Status) řídí registraci, přístup a stav. Používá ho gatekeeper při komunikaci s koncovými body (terminál, brána, další gatekeeper).
- Protokol H.225.0/Q.931 zajišťuje nastavení a ukončení volání. Byl převzat ze standardu ISDN (Integrated Services Digital Network). Používá zprávy pro vytvoření a ukončení spojení (SETUP, CONNECT, COMPLETE, atd.).
- Protokol H.245 určí kapacitu a využití kanálu pro přenos hlasu. Je označován jako media control. Vyjednává kodeky a čísla portů pro RTP stream. (Vozňák, 2008, s. 49- 50)

Dalšími protokoly jsou:

- H.235 zajišťuje zabezpečení a identifikaci.
- H.450 má na starost doplňkové služby. (Vozňák, 2008, s. 49- 50)

Jednotlivé protokoly a jejich vazby v protokolu H.323 jsou zobrazeny na obrázku 4.



Obrázek 4 - Schéma protokolu H.323 (Karim, 1999)

3.2.3.2 Architektura a prvky H.323

Architektura sítě H.323 je složena z gatekeeperů, terminálů, bran (Gateway) a multikonferenčních jednotek MCU (Multipoint Control Unit) (Minoli, 2006, s. 81-83). Tyto prvky můžeme také rozdělit do dvou skupin a to do skupiny řídicí - gatekeeper a skupinu koncových bodů - endpoints (terminály, brány a MCU) (Vozňák, 2008, s. 51). Každý prvek v síti má svojí nezastupitelnou funkci.

Gatekeeper je zodpovědný za administraci, definování uživatelů, registraci koncových bodů, směrování hovorů a správu zóny (Minoli, 2006, s. 82 -83).

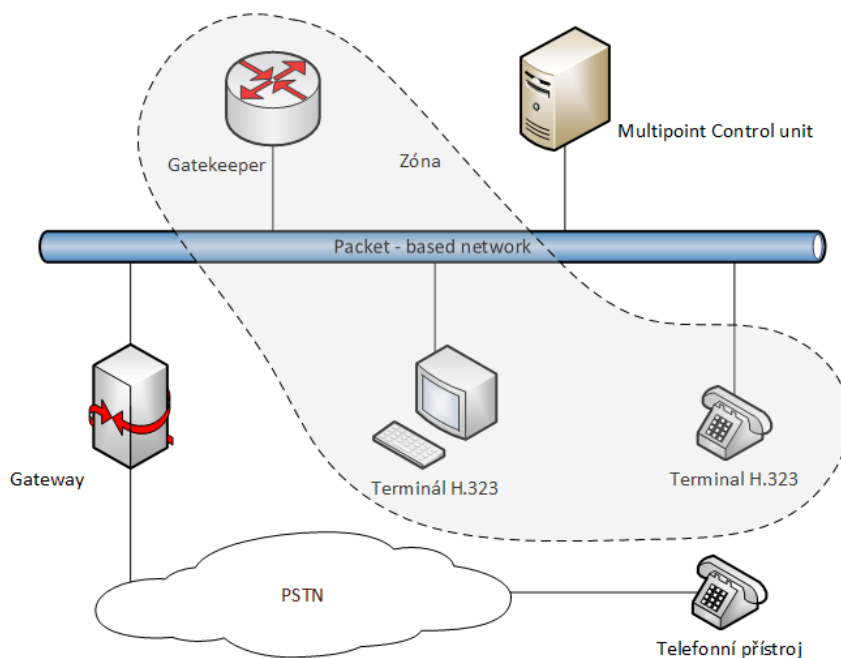
Terminál je koncový prvek sítě, který je registrován k určitému gatekeeperu. Jedná se o IP telefonní přístroj buď hardwarový, nebo softwarový. Množina koncových bodů registrována k určitému gatekeeperu vytváří zónu. V návrhu systému může být více

gatekeeperů, kteří vůči sobě mohou vytvářet zálohu. V případě výpadku jednoho gatekeeperu se telefonní přístroje mohou přeregistrovat k druhému a naopak. Terminál musí podporovat audio kodeky a signalizační protokoly Q.931, H.245, RAS. (Vozňák, 2008, s. 49- 51)

Brána (Gateway) je speciální zařízení, které zajišťuje převod signalizace a medií mezi dvěma různými sítěmi například mezi PSTN (Public Switched Telephony Network) a VoIP ústřednou (Minoli, 2006, s. 82).

MCU je multikonferenční jednotka, která zajišťuje vytvoření konference mezi třemi a více koncovými body. MCU může být zapojeno jak stand-alone zařízení například jako dedikované PC nebo integrováno do brány, gatekeeperu nebo terminálu. MCU se skládá ze dvou jednotek. První jednotka je řídicí MC (Multipoint Controller), která řídí signalizaci pro konferenci a druhá je procesorová MP (Multipoint Processor), která přijímá hovorový tok z koncových bodů, zpracovává je a vrací je ke koncovým bodům v konferenci. (Minoli, 2006, s. 81-83)

Architektura sítě H.323 je zobrazena na následujícím obrázku 5.



Obrázek 5 - Architektura H.323 (Minoli, 2006, s. 81)

RAS (Registration, Admission, Status) je protokol, který se používá pro komunikaci mezi ústřednou (gatekeeper) a koncovými zařízeními (terminál, brána). Zajišťuje registraci, administraci, správu a stav. Příkazy protokolu RAS iniciuje buď koncové zařízení nebo ústředna (gatekeeper). (Matoušek, 2014, s. 282)

Protokol Q.931 nebo také H.225.0 se používá pro signalizaci volání. Signalizační zprávy Q.931 slouží k sestavení a ukončení spojení mezi koncovými terminály (Vozňák, 2008, s.57). Mezi hlavní zprávy patří Setup (iniciace spojení mezi koncovými body), Call Proceeding (sestavení spojení), Alerting (vyzvánění), Connect (realizace spojení), Release (zrušení spojení) (Matoušek, 2014, s. 282). Q. 931 umožňuje pracovat ve dvou režimech. V případě DRC (Direct Routed Call Signalling) se jedná o přímou komunikaci mezi koncovými účastníky, až na počáteční signalizaci RAS, která vždy probíhá mezi terminálem a ústřednou (gatekeeperem). U druhého typu GRC (Gatekeeper Routed Call signaling) prochází přes gatekeeper kromě signalizace RAS i signalizace Q.931 a případně H.245. (Vozňák, 2008, s. 58-59)

H.245 je řídicí protokol, který se používá k vyjednávání nastavení a parametrů mezi koncovými body nebo koncovým zařízením a gatekeeperem. Používají se zprávy Request, Response, Command, Indication. Mezi některé parametry, které se domlouvají v rámci H.245, patří kodeky pro audio a video, nastavení časovačů a režim přenosu. (Matoušek, 2014, s. 283)

3.2.4 SIP

SIP (Session Initialition Protocol) byl vytvořen v rámci IETF (Internet Engineering Task Force), skupinou která standardizuje základní protokoly jako HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), TLS (Transport Layer Security). Tento protokol tedy nevycházel z prostředí telekomunikací jako protokol H.323, ale spíše ze světa datových sítí. Na počátku tento protokol vyvíjela skupina MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control), která vydala návrhový standard RFC (Request for Comments) 2543. Později od roku 1999 byl tento protokol vyvíjen přímo vytvořenou skupinou SIP. V roce 2002 bylo IETF vydáno RFC 3261, kde je definováno jádro SIP protokolu. (Vozňák, 2008, s. 91), (Epstein, 2009, s. 12)

Protokol SIP je zodpovědný za budování, dohled a ukončení telefonního hovoru v rámci sítě. Je obdobný starším protokolům jako DSS1 (Digital Subscriber Signalling System No. 1), SS7, které se využívají v rámci klasické telefonie. Na rozdíl od protokolu H.323 je snadno rozšiřitelný, textově orientovaný a vychází z protokolů HTTP, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) používaných v rámci sítě internet (Bazala, 2006, s. 200). Spolu s protokolem SIP jsou nejvíce využívané protokoly RTP, SDP (Session Description Protocol) (Vozňák, 2008, s. 91).

Protokol RTP zajišťuje přenos multimédií v reálném čase a protokol SDP slouží k popisu vlastností spojení zařízení účastníků se komunikace a na jehož základě dochází k vyjednání parametru spojení například zvolení kodeku, který se pro určitý hovor použije (Vozňák, 2008, s. 91).

Identifikace SIP uživatelů v síti je zajištěno pomocí SIP URI (Uniform Resource Identifier).

Obecný tvar SIP URI je následující: sip:user:password@host::port; uri-parameters?headers

- user – identifikace uživatele (název, číslo)
- password – heslo
- host – název domény, ve které je uživatel zahrnut
- port – port, po kterém se signalizace přenáší, standardně 5060 v rámci UDP
- uri-parameters – další volitelné parametry
- headers – další volitelné parametr pro hlavičku protokolu

Zjednodušeně může být SIP URI zapsáno následovně: sip: karel@voip.cz nebo sip: 234545673@cesnet.cz.

(Vozňák, 2008, s. 92)

3.2.4.1 SIP architektura

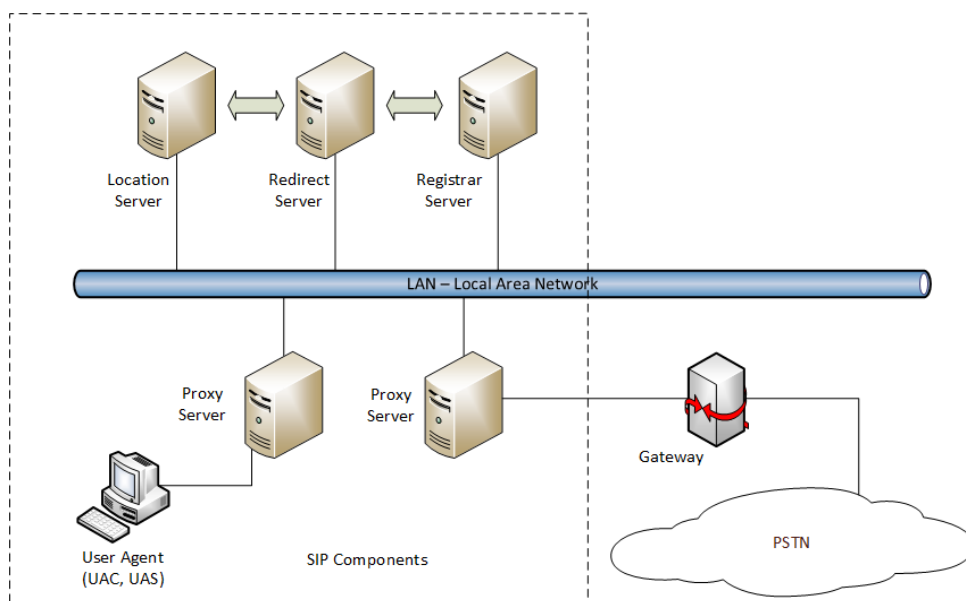
Základní komponenty sítě SIP jsou složeny z následujících prvků:

- UA (User Agent) - hardwarový IP telefon nebo softphone.
- Proxy, Location, Redirect a Registrar Server – jsou to samostatné servery nebo jsou prezentovány jako logické části jednoho HW SIP serveru.

User Agent je aplikace, která zahajuje, přijímá a ukončuje volání a je složena ze dvou logických entit:

- UAC (User Agent Clients) je entita, která zahajuje a ukončuje volání.
- UAS (User Agent Server) je entita, která přijímá a také ukončuje volání.

Architektura prvků SIP je na obrázku 6.



Obrázek 6 - Architektura prvků SIP (Minoli, 2006, s. 86)

Proxy Server je základní entita, která zajišťuje směrování požadavků na volání podle aktuálního umístění volaného (přijímá a doručuje zprávy dalším SIP Proxy nebo UA). Dále obstarává účtování, přesměrování, autentizaci a další doplňkové služby.

Location Server je databáze pro doménu ve které Proxy Server může hledat umístění jednotlivých UA nebo dalších koncových bodů. Informace o umístění se získávají při registraci jednotlivých entit k Registrar Serveru. (Flanagan, 2012, s. 81)

Registrar Server přijímá požadavky na registraci od uživatelů a tyto informace ukládá do databáze o umístění (Location Server). Jedná se o uživatelské jméno, IP adresu a port. Tyto informace následně používá Proxy Server k směrování požadavků na spojení. Při registraci dochází k mapování user URI (logická URI) a device URI (fyzická URI). Logická adresa může být například ve tvaru sip: jan@voip.com a fyzická sip: jan@192.168.1.2: 5600. Kde IP adresa 192.168.1.2 je adresa telefonního přístroje nebo počítače. Na jedno zařízení je tak možné zaregistrovat více user URI. (Vozňák, 2008, s. 96-97)

Redirect Server umožňuje přesměrování hovoru na nové umístění. K tomu využívá lokalizační databázi, kterou vytváří Registrar Server a ze které vyhledává umístění požadovaných adresátů. Následně posílá tento seznam aktuálních umístění ve zprávě žadateli o spojení. Jedná se o odpověď třídy 3xx. V dalším kroku žadatel o spojení posílá zprávu INVITE (žádost o zahájení spojení) přímo na novu SIP URI uvedenou v odpovědi od Redirect Serveru. (Vozňák, 2008, s. 97)

SIP prvky spolu komunikují pomocí SIP zpráv, které jsou podobné zprávám protokolu HTTP. Zpráva je tvořena hlavičkou zprávy a případně vlastním tělem zprávy s popisem nastavením médií. Popis médií zajišťuje protokol SDP (Session Description Protokol).

3.2.4.2 SIP žádosti

SIP žádosti, které se používají pro komunikaci mezi prvky SIP, jsou definované v RFC 3261, 3262, 3311, 5359, 3428, 3903, 6086, 3265.

Základní žádosti používané pro komunikaci a definované v RFC 3261 jsou následující:

- REGISTER je žádost o registraci uživatele. Získané informace o umístění a identifikace uživatele se ukládají do lokační databáze.
- INVITE je žádost o zahájení spojení. Pokud dojde ke změně parametrů již navázaného spojení, tak se používá zpráva re-INVITE.
- CANCEL je žádost o zrušení spojení. Používá se pouze v případě, že zpráva INVITE nebyla finálně potvrzena 200 OK, ale pouze dočasně zprávami 100 Trying, 180 Ringing.

- ACK je zpráva kterou zasílá žadatel o spojení a kterou potvrzuje přijetí konečné odpovědi. Navázání spojení je realizováno tak zvanou „3 way hand-shaking“. V případě úspěšného spojení probíhá proces následovně. Nejdříve volající zašle požadavek INVITE, volaný odpoví 200 OK a volající potvrdí zprávou ACK.
- BYE je metoda, která se používá k ukončení spojení.
- OPTIONS je žádost, kterou jsou zjišťovány vlastnosti SIP zařízení. Může se použít například pro zjištění podporovaných funkcí, nebo zdali je zařízení připojeno. (Vozňák, 2008, s. 100-101)

S dalším vývojem protokolu SIP vznikly další žádosti: PRACK, UPDATE, REFER, MESSAGE, PUBLISH, INFO, SUBSCRIBE, NOTIFY.

- INFO je zpráva, která posílá aplikační data bez změny stavu spojení. Používá se například pro ISDN (Integrated Services Digital Network) a DTMF (Dual-tone multi-frequency). (RFC 6086, 2011)

Další uvedené žádosti jsou detailněji popsány v RFC 3262, 3311, 3428, 3903, 3265.

3.2.4.3 SIP odpovědi

Pokud protistrana obdrží žádost, tak odesílá odpověď. Výjimku tvoří pouze žádost ACK, která slouží jako potvrzení a tudíž se již nepotvrzuje. Odpovědi jsou rozděleny dle dokumentu RFC do šesti následujících tříd.

- 1xx jsou informační odpovědi, které informují o probíhajícím procesu například odpověď 100 Trying po odeslání žádosti INVITE. Po obdržení této odpovědi zabrání UA znovu zaslání metody INVITE.
- 2xx jsou finální úspěšné odpovědi.
- 3xx jsou odpovědi sloužící k přesměrování. V této odpovědi jsou obsaženy informace ohledně nového umístění požadovaného účastníka.
- 4xx jsou odpovědi, které znamenají problém na straně účastníka. Může se jednat například o chybnou syntaxi.
- 5xx odpovědi informují o problému na straně serveru. Požadavek by měl být znovu opakován.
- 6xx jedná se o globální selhání. (Vozňák, 2008, s. 101-102)

3.2.4.4 Vytvoření SIP spojení

Vytvoření SIP spojení můžeme popsat následujícími kroky:

1. Registrace, zahájení a uložení umístění uživatele.
2. Vybrání médií k použití například typ kodeku.
3. Potvrzení nebo odmítnutí volané strany komunikovat.
4. Vytvoření spojení.
5. Změna nebo manipulace s hovorem.
6. Ukončení volání. (Minoli, 2006, s. 88)

3.2.4.5 Zabezpečení SIPU a RTP

K zabezpečení SIP komunikace se používají stejné bezpečnostní prostředky jako k zabezpečení HTTP. Využívá se HTTP Basic Authentication, HTTP Digest Authentication, Secure MIME, SIPS URI (TLS), (Vozňák, 2008, s. 111). Dalšími možnostmi zabezpečení používání protokolu je VLAN (Virtual Local Area) nebo IPsec (Internet Protocol Security). V těchto případech se jedná o zabezpečení v modelu OSI (Open System Interconnection) na spojové a síťové vrstvě. Pro zajištění důvěryhodnosti, autentizace a ochrany RTP a RTCP protokolů při přenosu můžeme využít protokol SRTP (Secure RTP), který je rozšířením původního protokolu o bezpečnostní mechanismy. (Matoušek, 2014, s. 288)

3.2.4.6 SDP (Session Description Protocol)

SDP (Session Description Protocol) se obecně používá k popisu kterékoliv relace a se signalizací SIP je často používán. Ve spojitosti s protokolem SIP se používá k vyjednání médií například kodeku, audia, videa nebo textu, k popisu časování a popisu relace. Je popsán v RFC 4566. (Vozňák, 2008, s. 120-121)

3.3 Vybraní výrobci VoIP

V průběhu vývoje VoIP protokolů H.323 a SIP docházelo také k vývoji proprietárních protokolů od různých výrobců. Tyto protokoly vznikaly zejména ve společnostech, které měly buď zkušenosti již s vlastními protokoly klasické telefonie (Nortel/Avaya, Siemens) nebo vycházeli ze svých zkušeností s datovými protokoly (Cisco). Mezi další skupinu patří společnosti, které vycházely ze zkušenosti s peer-to-peer sítěmi typu Kazaa (Skype).

V případě společnosti AVAYA protokol Unistim vychází z jejich proprietárního protokolu používaných pro digitální TDM (Time Division Multiplex) pobočky a upraveného do světa IP. Cisco vytvořil protokol Skinny, Skype se vydal cestou zcela proprietárního řešení založeného na sítích peer-to-peer. Unify dříve Siemens vychází z protokolu SIP, který si následně upravuje dle svých potřeb a vývojového týmu. Asterix vytvořil protokol IAX (Inter Asterisk Exchange), ale také podporuje SIP a H323. Microsoft využíval protokol H.323 (pro aplikaci NetMeeting) a později SIP (pro aplikaci Lync a Skype for Business). Sloučením se společností Skype nabízí také řešení založených na technologii peer-to-peer.

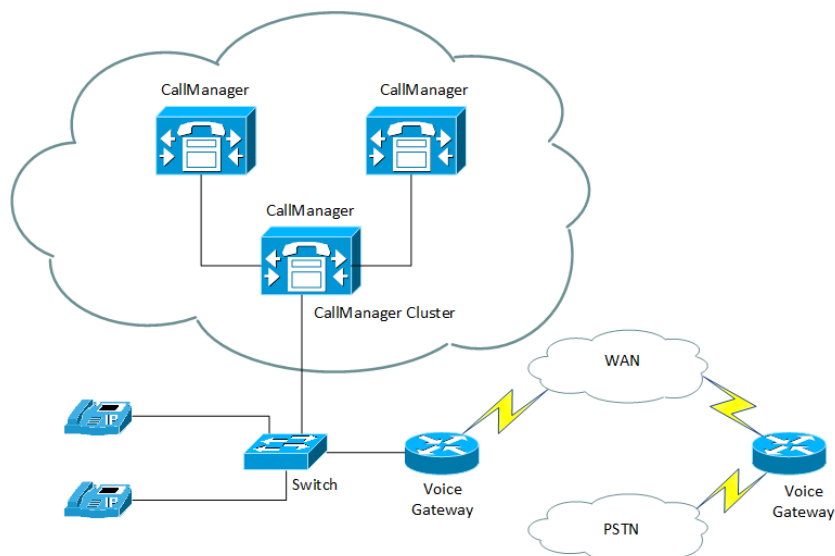
3.3.1 Cisco

Společnost Cisco používá ve své VoIP architektuře proprietární protokol Skinny Client Control Protocol (SCCP). Je to signalizační protokol, který využívají ke komunikaci komponenty Cisco Unified Communication Manager (CUCM) a telefonní přístroje Cisco. Je to protokol, který přímo vyvinula společnost Cisco. (Wallace, 2009, s. 90)

Protokol SCCP využívá TCP a port 2000. Protokol je navržen tak, aby telefonní přístroje mohly být co nejjednodušší. Veškerá logika je obsažena v CUCM. (Epstein, 2009, s. 34) SCCP je protokol typu klient-server. Jakákoliv událost například stisknutí tlačítka, zvednutí sluchátka, zavěšení na telefonním přístroji vyvolá odeslání zprávy do CUCM. Aplikace Cisco následně odešle zpět odpověď s instrukcí, jak na tuto událost reagovat. (Wallace, 2009, s. 28)

Protokol je tak svým návrhem blíže k logice Remote Desktop (vzdálená plocha) než k telefonnímu signalizačnímu protokolu jako je SIP nebo H.323. Logika telefonu běží v centrálním terminal serveru, který je označován CUCM. (Epstein, 2009, s. 35)

Architektura sítě s CallManagerem Clustrem s třemi CUCM, který zajišťuje vysokou dostupnost pro telekomunikační služby je zobrazena na obrázku 7.



Obrázek 7 - Architektura Cisco (Telecom Made Sipmle, 200)

CUCM zcela ovládá nastavení a chování telefonu – funkce tlačítek, rozsvícení, stav displeje, generování tónů. Jedná se tak o protokol, který vzdáleně ovládá koncový přístroj. Pro přenos hlasových paketů používá rozšířený RTP protokol. (Epstein, 2009, s. 35)

Cisco, díky své dlouholeté zkušenosti a velkému portfoliu síťových produktů, je společnost, jejíž telekomunikační systémy jsou používány od malých podniků, tak po velké korporace.

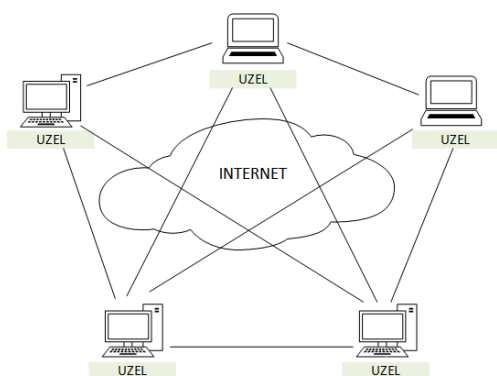
3.3.2 Skype

Jedná se o nejvíce rozšířenou telefonní aplikaci včetně podpory pro instant messaging (prezentace, zasílání zpráv), videohovory a přenos souborů, kterou je možné získat i používat zdarma. Byla vyvinuta Niklasem Zennström a Janusem Friisem v roce 2003. Před příchodem Skypu se oba tvůrci věnovali aplikaci na sdílení souborů s názvem Kazaa. Tato aplikace sloužila ke sdílení souborů na principu peer-to-peer. Tato komunikace umožní uživatelům jedné sítě komunikovat spolu bez potřeby dalšího prostředníka například dedikovaného serveru. Topologie zapojení klientů v síti je tak decentralizovaná oproti centralizované architektuře. Z nabytých zkušeností s programem Kazaa začali tvůrci vyvíjet aplikaci z prostředí telekomunikací a takto vznikl Skype. Po 6 měsících spuštění beta verzi Skype stáhlo přes šest miliónů kopií. Později v roce 2005 byla společnost Skype Technologies S.A. prodána společnosti eBay za 2,6 miliardy. (Max, 2006, s. 38-41)

V roce 2011 přechází společnost Skype již pod křídla společnosti Microsoft za 8,5 miliardy amerických dolarů (Dočekal, 2011).

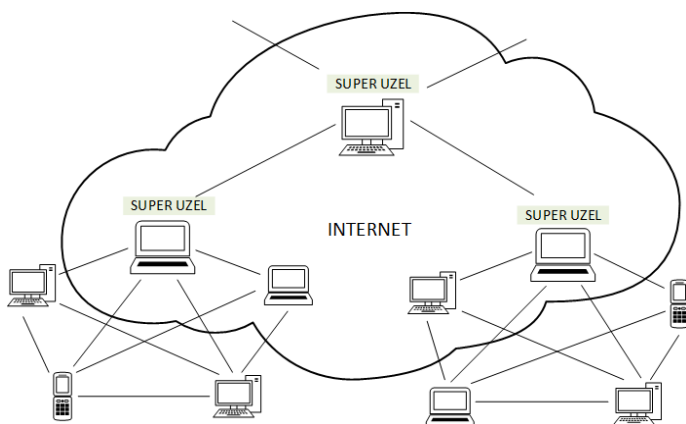
3.3.2.1 Princip Skype

Skype pracuje na principu P2P (peer to peer) sítí. P2P sítě jsou sítě s decentralizovanou sdílenou infrastrukturou, kde využívají výkon procesoru, šířku pásma a schopnosti ukládání a používání souborů poskytnuté jednotlivými počítači zapojených v síti jak je zobrazeno na obrázku 8. (Max, Ray, 2008, s. 176)



Obrázek 8 - Decentralizovaná síť P2P (Max, Ray, 2008, s. 176)

Skype je založen na třetí generaci P2P sítí, které podporují super uzly, a tak nabízejí významné zlepšení oproti předcházejícím generacím viz obrázek 9. Super uzly zvyšují výkon při vyhledávání, snižují zpoždění při přenosu souborů, umožňují větší rozšiřitelnost sítě a umožňují stahovat části jednoho souboru z více peerů a zároveň pokračovat v stahování, které byly dříve přerušeny. (Max, Ray, 2008, s. 179)

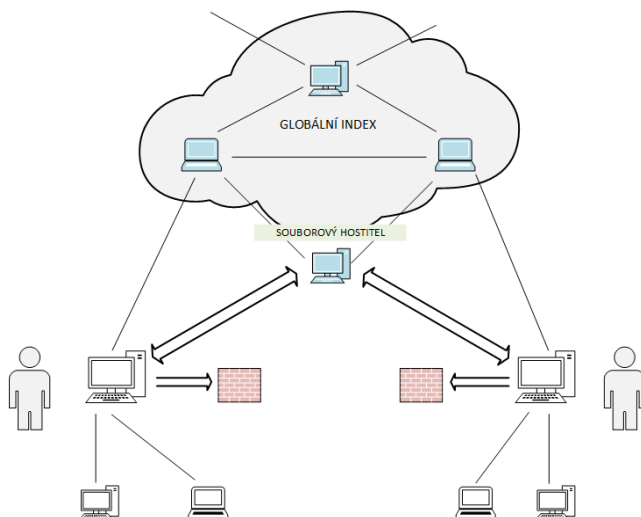


Obrázek 9 - Série síťových skupin spojených super uzly (Max, Ray, 2008, s. 180)

Super uzly pomáhají sousedním uzlům s připojením, zjišťují, které aplikace jsou online, zřizují mezi nimi spojení a řídí efektivně šifrovanou komunikaci. Pro vyhledávání souborů v síti slouží decentralizovaný adresář zvaný globální index. Globální index nehostuje na centrálním serveru jako u P2P první generace, ale je řízen hierarchickým uspořádáním dostupných super uzlů. Super uzly dovolují pracovat na pozadí většiny firewallů a NAT (Network Address Translation). Pokud dvě aplikace, které chtějí spolu komunikovat, mohou vytvořit výstupní připojení na internet, tak spolu mohou navázat spojení i když přímo mezi sebou komunikovat nemohou. (Max, Ray, 2008, s. 179)

Po instalaci aplikace Skype se váš počítač stane součástí P2P sítě Skype, kterou můžeme rozdělit na běžné uzly, super uzly a souborové hostitele. Díky interakci mezi těmito entitami se Skype stává sama se formulující distribuční sítí. Souborový hostitelé jsou stanice pro přenos dat a umožňují spojení aplikacím Skype, které se nemohou připojit přímo například z důvodu používání firewallu nebo NAT. Super uzly obsahují adresářové položky, ale hlasová, textová data ani data související s přenosem souborů nepřenášejí. Tyto data mohou přenášet souborový hostitelé, pokud je to potřeba. (Max, Ray, 2008, s. 181 -182)

Aby se aplikace Skype na straně uživatele mohla propojit se sítí Skype, tak k tomu používá uložený seznam síťových adres aktivních super uzlů. Při požadavku na vyhledání si aplikace Skype nejdříve vybere aktivní super uzel, který použije jako svůj primární spoj a následně vyšle požadavky a jiná důležitá data do tohoto spoje. Tento spoj dále komunikuje s dalšími super uzly, aby vyhověl požadavku na vyhledání. Nejdříve se snaží aplikace Skypu komunikovat s další aplikací Skype přímo. Pokud to není možné (firewall, NAT (Network Address Translation)), aktivní super uzel nasměruje spojení a přenos dat na souborového hostitele viz obrázek 10. Skype najde více možných cest připojení a vybere jednu s optimální šířkou pásma nebo nejmenším zpožděním. Následně se aplikace připojí k uzlu a potřebná data přenesou pomocí HTTP. (Max, Ray, 2008, s. 182)



Obrázek 10 - Vytvoření spojení pomocí hostitelů přenosu (Max, Ray, 2008, s. 189)

Skype pro přenos hlasu v rámci sítě používá několik kodeků, které vybírá podle dostupné šířky přenosového pásma. Používá rozšířené verze kodeků G.729, G.711 a iSAC (internet Speech Audio Codec), iLBC (Internet Low Bitrate Codec). iLBC je kodek navržený pro internetové telekomunikační aplikace, který umožňuje plynule snižovat kvalitu zvuku, když dochází ke ztrátám jednotlivých paketů. Často vysoká kvalita hlasu při používání Skype je dána tím, že jednotliví uživatelé jsou propojeni napřímo a nemusí procházet přes centrální server, a tak mohou využívat celou dostupnou šířku širokopásmového připojení. (Max, Ray, 2008, s. 181)

Bezpečnost Skype je spjata s jeho architekturou. Z důvodu, že Skype používá super uzly a souborové hostitele, jsou všechny hlasové přenosy, chatovací zprávy a přenosy souborů šifrovány, aby byla zajištěna ochrana soukromí. Výsledkem toho je, že síťovou komunikaci během přenosu není možné zachytit a dekodovat. (Max, Ray, 2008, s. 181)

3.3.3 Asterisk

Asterisk je open-source řešení pro využívání klasické a VoIP telefonie. Jedná se o softwarovou PBX (Private Branch Exchange – pobočková telefonní ústředna), která je nainstalována na operačních systémech Linux a Unix. Zdrojový kód Asterisku je pod licencí GPL (General Public License). (Vozňák, 2008, s. 154)

System byl navržen Markem Spencem, který založil společnost LSS (Linux Service Support), která se zabývala zajišťováním podpory pro uživatele Linuxu. Pro práci své společnosti potřeboval telekomunikační systém jako podporu pro své specialisty. Avšak z důvodu vysokých pořizovacích nákladů na tento systém (více než 50000 dolarů), se rozhodl pro vytvoření vlastního telekomunikačního systému - Asterisk. Společnost LSS se v roce 2001 přejmenovala na společnost Digium, která nadále pokračuje s vývojem Asterisku ve spolupráci s komunitou, poskytuje služby na podporu rozvoje komunity a prodává komerční produkty a služby týkající se Asterisku. (Asterisk Project Wiki, 2016) Asterisk byl vytvořen s cílem podporovat veškeré současné i budoucí telekomunikační technologie. Jeho rozhraní můžeme rozdělit do tří následujících skupin:

- S podporou hardware Zaptel
- Bez podpory hardware Zaptel
- Packet voice

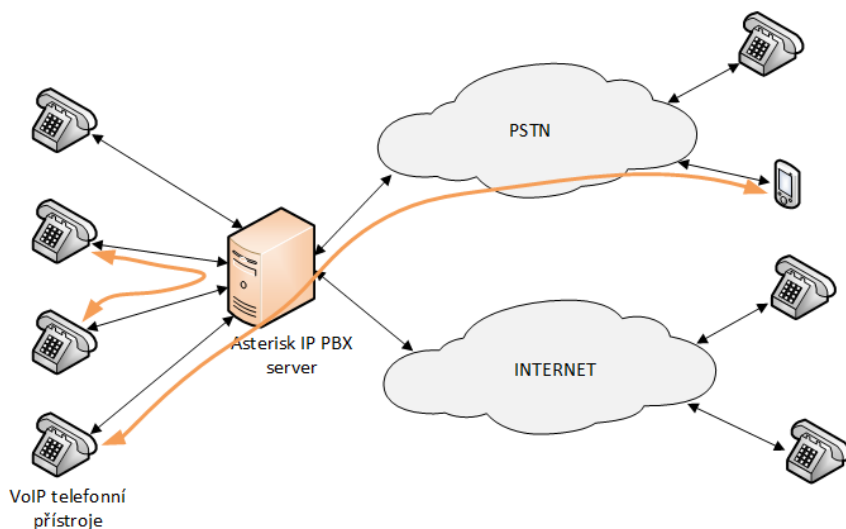
Zaptel hardware je pseudo TDM (Time Division Multiplex) rozhraní, které se využívá v klasických telefonních systémech. Zaptel hardware zpracovává TDM softwarově na rozdíl od zpracování hardwarového od společnosti Dialogic (později Intel), které bylo patentované a cenově nákladné. (Vozňák, 2008, s. 157)

System Asterisk je možné využít v různých konfiguracích:

- Pobočková ústředna PBX
- Softwarová ústředna
- IVR (Interactive Voice Response) – interaktivní hlasový strom
- VoIP gateway IAX, SIP, H.323, MGCP
- Voicemail
- Konferenční servere
- ACD (Automatic Call Distributor) – automatické rozdělování hovorů

Podporuje následující kodeky: G.711, G.723, G.726, G.729, GSM, iLBC, LPC10, LPC, Speex. (Vozňák, 2008, s. 154)

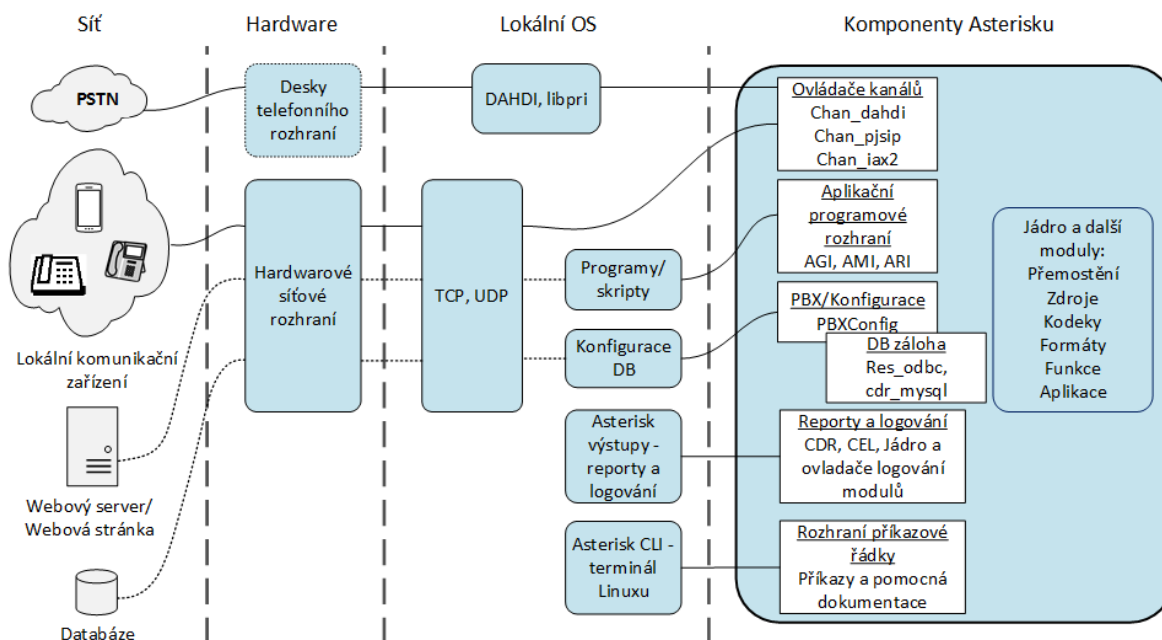
Asterisk kromě podpory signalizačních protokolů SIP, H.323, MGCP má k dispozici také svůj vlastní protokol IAX, který vytvořil tvůrce Asterisku Mark Spencer. Byl vytvořen v rámci projektu Asterisk PBX jako vylepšení tehdy dostupných protokolů VoIP. Protokol IAX je popsán v RFC 5456 (RFC 5456, 2010). Pokud je Asterisk nakonfigurován jako PBX s propojením do PSTN nebo sítě internetu je možné vytvářet hovorová spojení nejen v rámci podnikové sítě, ale i do veřejné sítě na pevné nebo mobilní přístroje, jak je zobrazeno na obrázku 11.



Obrázek 11 - Blokové schéma zapojení IP PBX Asterisk (Digium, Inc., ©2016)

IAX je protokol, který slouží pro přenos signalizace i medií na rozdíl od protokolu SIP nebo H.323 u kterých jsou signalizace a media přenášena zvlášť. IAX tedy podporuje řízení přenosu signalizace a medií, umožňuje aktualizaci firmware a podporu provisioning funkce. IAX k přenosu využívá port číslo 4569 a přenáší se přes UDP. Při změně toku media využívá stávající protokol IAX a nepožaduje žádný další nový protokol. Pomocí IAX můžeme přenést různé typy medií například hlas, obraz, video, text, HTML a další. Hlasová data posílaná přes IAX nejsou potvrzována ani znovu vysílána stejně jako u RTP. Data, která potřebujeme doručit mohou být potvrzována a případně znovu přeposlána, pokud nedojde k doručení protistraně. Jedná se například o signalizační data. IAX umožňuje kontrolovat, zdali je vzdálený účastník připojen nebo ne. Bezpečnost dat může být zajištěna použitím enkrytovacího mechanismu AES (Advanced Encryption Standard). (Boucadar, Borges, Neves, Einarsson, 2012, s. 7-8)

Architektura Asterisku je založena na jádře, které komunikuje s mnoha moduly, jak je zobrazeno na obrázku 12 (Asterisk, 2014)



Obrázek 12 - Asterisk systém (Asterisk, 2014)

Asterisk má výhodu, že své licence nabízí pod GNU General Public License version 2 a tak je možné tento systém implementovat za velmi malé náklady. V případě podnikových řešení a komerční úpravy systému, které nevyhovují podmínkám pro používání GNU General Public License version 2, je možné zakoupit komerční licence od společnosti Digium, která může zajistit kompletní řešení, návrh, testování a uvedení do provozu. (Digium, Inc., ©2016)

3.3.4 Microsoft Lync

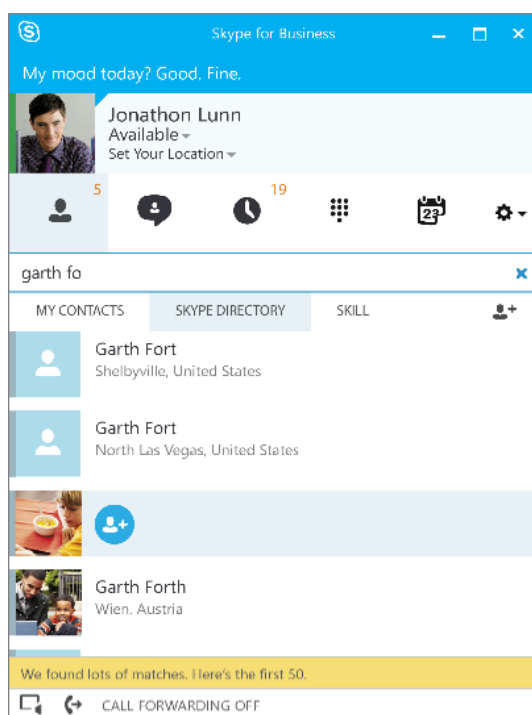
Microsoft Lync Server 2013 je předposledním produktem v linii komunikační platformy od společnosti Microsoft. Počátek této platformy se začíná Live Communications Server 2003 a následně pokračuje přes Live Communications Server 2005, Office Communications Server 2007, Office Communications Server 2007 R2, až po první verzi Lyncu: Lync Server 2010 (Hanna, Winters, 2013, s. 3). Poslední aktuální produkt založený

na telekomunikační platformě je produkt s názvem Skype for business a je tak nástupcem Lync Servers 2013. (Microsoft (1), 2015)

Jedná se o platformu, která je založená na využívání služeb pro Unified Communication (sjednocená komunikace). Využívá a sjednocuje hlasové služby, instant messaging (okamžité zprávy), video hovory, konference, přenášení souborů, organizování schůzek a sdílení dokumentů. Tuto komunikační platformu můžeme rozdělit na dvě hlavní části a to na klientskou a serverovou.

3.3.4.1 Klientská část – hlavní funkcionality

Klientskou část tvoří uživatelská aplikace, která je intuitivní a snadno ovladatelná. Uživatelé se přebírají z Active Directory a tak není nutné vytvářet v rámci společnosti nové přihlašovací účty. Klientská aplikace je zobrazena na obrázku 13.



Obrázek 13 - Klient Skype for Business (Microsoft (2), 2014)

- Audio a video hovory – pomocí klienta můžeme vytvářet telekomunikační spojení buď s jiným klientem, nebo přímo volat do PSTN, pokud máme připojenou Gateway do veřejné sítě nebo jiné pobočkové ústředny. Pro volání můžeme využít náhlavní soupravu s mikrofonom nebo kompatibilní telefon jako například HP,

Polycom nebo Snom. Díky videokameře můžeme sdílet svůj obraz a hlas s dalšími účastníky buď ve video konferenci, nebo pouze mezi dvěma účastníky. Hovor nebo video je možné si zaznamenat k pozdějšímu přehrání.

- Instant Messaging – je služba, která se používá pro posílání krátkých textových zpráv, jak je známe například z ICQ nebo Skype.
- Presence – nám slouží k zobrazení stavu uživatele, kterého máme v kontaktním listu. Nejpoužívanější stavy jsou online, zaneprázdněn, nerušit a mimo kancelář. Pokud je presence integrována do serveru Exchange, tak jsou stavy automaticky ovládány z kalendáře uživatelů.
- Sdílení – komunikaci v rámci běžného hovoru, videohovoru, konference nebo instant messagingu můžeme doplnit o sdílení určité aplikace, celé plochy, sdílet tabuli (whiteboard) nebo sdílet prezentaci PowerPoint. V případě potřeby například při prezentaci můžeme předat ovládání vybranému uživateli.
- Schůzky a konference – jedná se o skupinovou komunikaci, kdy spolu navzájem komunikuje více uživatelů buď písemně, hlasově nebo s použitím webové kamery. Může být buď naplánovaná s určitým časovým předstihem například pomocí kalendáře Outlooku nebo vyvolaná okamžitě (ad hoc).
- Integrace – služba je integrována s Microsoft Office, při použití Outlooku vidíme ihned v jakém je uživatel stavu a můžeme s ním ihned zahájit chat nebo vyvolat jiný způsob komunikace. V internet Exploreru je možné díky funkci Click to Call ihned kliknutím na telefonní číslo uskutečnit hovor, pokud máme dostatečné oprávnění. (Bouška, 2011)

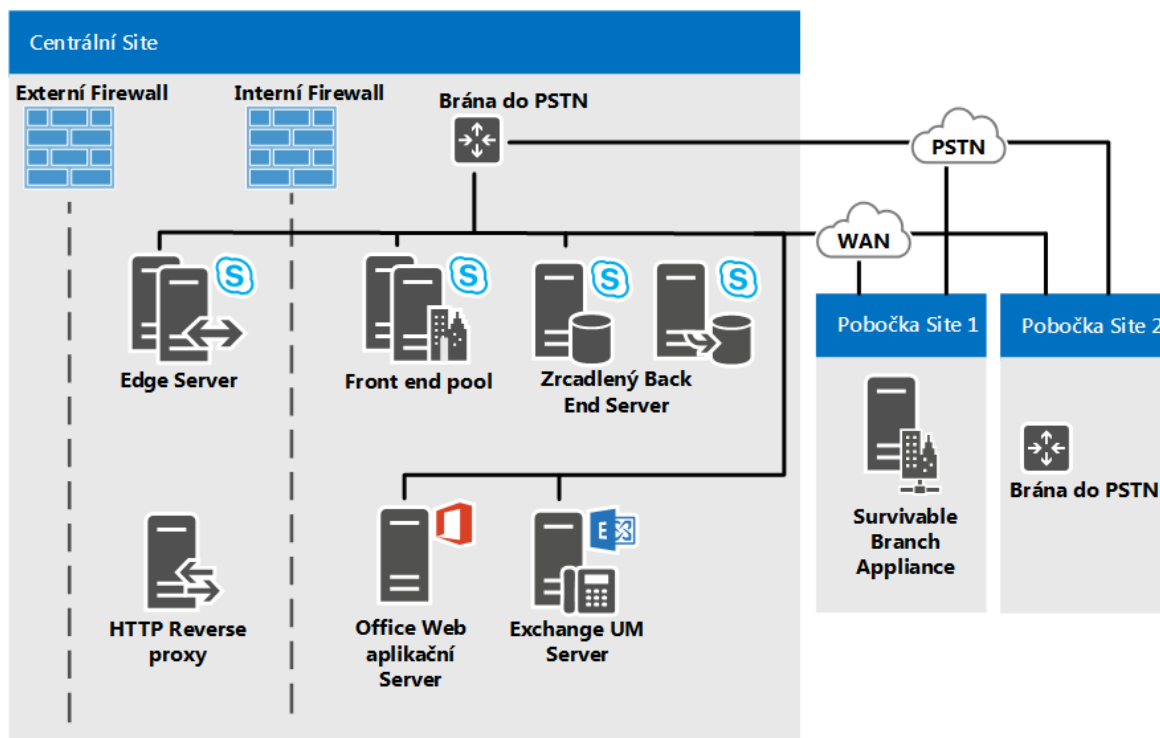
3.3.4.2 Serverová část

Serverová část se skládá ze serverů fyzických nebo virtuálních a přiřazených rolí. Záleží na vybraném konceptu a požadavku dostupnosti. V nejjednodušší koncepci pro zajištění funkcionality pro interní a externí komunikace potřebujeme dva servery Front End a Edge Server.

- Front End Server – je základní rolí systému, poskytuje mnoho funkcí, zajišťuje autentizaci, instant messaging, prezentaci, konference, sdílení aplikací.

- Central Management server – poskytuje a spravuje data pro veškeré použité servery použité pro komunikaci, je instalován na Front End Serveru.
- Back End Server – databáze pro Skype for Business, u Standard edition je na Front End Server.
- Director – provádí autentizaci uživatelů, pokud je zapojen s Edge serverem, tak chrání interní servery před DoS (Denial of service) útoky, pokud není použit, tak autentizaci zajišťuje Front End Server.
- A/V conferencing server – zajišťuje audio a video konferenční služby.
- Mediation server - využívá se pro Enterprise voice a dial-in konference, překládá signály a média mezi Skype for business a PBX, PSTN nebo SIP trunkem. Je to volitelná část a může být implementována na Front End Serveru.
- Monitoring Server – shromažďuje data o kvalitě hovorů, zachytává CDR (Call Detail Report), databázi vyžaduje mít na SQL (Structured Query Language) Serveru a používat Reporting Services. Je doporučeno, aby byl používán na samostatném serveru pro Lync 2010. Pro Lync 2013 může být server konsolidován na Front End Serveru.
- Archiving Server – provádí archivaci komunikace instant messagingu a meeting compliance, pro provoz vyžaduje mít databázi na SQL Serveru a Reporting Services. Pro Lync 2010 by se neměl používat na Front End Serveru, ale samostatně. Pro Lync 2013 může být součástí Front End Serveru.
- Video Interop Server – umožňuje propojení s vybranými VTC (Video Teleconferencing System) třetích stran. Instaluje se na samostatný server.
- Edge Server – zajišťuje komunikaci mezi interním a externím prostředím. Instaluje se na samostatný server.
- HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) Reverse proxy – nejedná se o roli Skype for Business a nemůže být implementován na žádném z používaných serverů Skype for Business. Tuto roli standardně řeší Firewall například Forefront TMG (Threat Management Gateway). Používá se pro přístup z venkovní sítě na konference, přeposílá webové požadavky. (Bouška, 2011), (Bouška, 2015)

Doporučená topologie pro středně velkou společnost je zobrazeno na obrázku 14.



Obrázek 14 - Doporučená topologie pro středně velké společnosti (Microsoft (3), 2015)

Požadavky na implementaci:

Lync 2013 se instaluje na Windows Server 2008 R2 a Windows Server 2012. Lync server je 64 bitový.

Pro instalaci Skype for Business je doporučený Windows Server 2012 a Windows Server 2012 R2. Pro upgrade z Lyncu 2013 na novější verzi je možné také použít Windows Server 2008 R2 SP1. (Bouška, 2015)

3.3.4.3 Licencování - serverová část

Z hlediska dostupnosti a možností si můžeme vybrat ze dvou edic, i když základní funkcionality jsou shodné u obou.

Standard Edition – je určena pro menší společnosti a veškeré role mohou běžet na jednom serveru, kromě Edge serveru. CMS (Central Management Store) je databáze, která je také implementována na tomto serveru a využívá se SQL Server Express. Vybrané role mohou být nasazeny na samostatných serverech, ale není možné vytvořit Pool (jedna role může využívat více serverů a při výpadku provoz přebírají ostatní servery) pro zajištění vysoké dostupnosti. Jako ochrana před výpadkem serveru je možné využít funkcionalitu Pairing,

kteřá umožnř při vřpadku jednoho serveru provoz převřst na druhř. Toto zabezpećenř se nazřvř Disasster Recovery. (Bouřka, 2015)

Enterprise Edition – je urćená pro organizace ař do 200 000 uřivatelř. Tato edice umožňuje zajistit vysokou dostupnost pomocí poolu Front End serverř a jinřch rolř. Při vřpadku nřkterřho ze serveru se automaticky provoz přesune na funkćenř server. Pro zprovoznřenř potřebujeme samostatnř SQL (Structured Query Language) server Standard nebo Enterprise. (Bouřka, 2015)

3.3.4.4 Licencovřnř - klientskř část

Pro přřpojenř klientř k on-premises serverřm, tedy k přřpojenř k serverřm instalovanřm v organizaci, mřžeme pouřit nřsledujřcř licence urćenř k přřstupu.

- Standard licence je zřkladnř licence, kterou pro pouřřvřnř klienta potřebujeme mřt vřzdy, je takř součástí Core CAL (Client Access Licence) Suite. Umořňuje pouřřvat presence, IM, peer-to-peer VoIP a HD video, Skype přřpojenř.
- Enterprise licence je doplňkovř licence, kterř uřivatelřm dovoluje nadstandardnř funkce, je takř obsařena v Enterprise CAL Suite. Uřivatelř pak mohou plřnovat schřzky s audio a video hovory, sdřlet desktop a aplikace, pouřřvat dial-in konference na mobilnřm telefonu, tabletu, PC, MAC (Media Access Control). Standard CAL je nezbytnřm předpokladem pro Enterprise CAL.
- Plus licence je doplňkovř licence pro pouřřvřnř dalřřch sluřeb, kterř obsahuje volřnř do PSTN, třřnovř volřnř a dalřř enterprise telekomunikaćenř funkcionality. (Microsoft (4), ©2016)

Dřle potřebujeme mřt licenci na vyuřřvřnř klientskř aplikace. Klienta je mořnř zřskat buď zakoupenřm Office Professional Plus, kde je součástí instalace. Dřle je mořnř zakoupit klienta samostatnř. Přřpadnř je mořnř zřskat bezplatnou verzi klienta Skype for Business Basic, ale kterř neumořňuje vřschny funkce jako plnohodnotnř verze. (Bouřka, 2013), (Microsoft (4), ©2016).

Klient je také součástí Skype for business online (Cloudové řešení) a označení licence je USL (User Subscription Licenses). Uživatelům s USL licencí Online Plan 1 umožňuje presenci, instant messaging (IM), peer-to-peer VoIP a HD video, Skype připojení. S licencí Online Plan 2 umožňuje všechny předešlé služby a zároveň plánování schůzek s audio a video hovory, sdílení desktopu a aplikací na mobilním telefonu, tabletu, PC, MAC. (Microsoft (4), ©2016)

Pomocí Windows update se dřívější klient Lync 2013 automaticky aktualizuje na klienta Skype for Business. Aby se nový klient mohl připojit ke staršímu Lync 2013 serveru je nutné nainstalovat Cumulative Update 5.0.8308.857 a v Set-CSClientPolicy zadat parametr EnableSkypeUI. (Bouška, 2015),

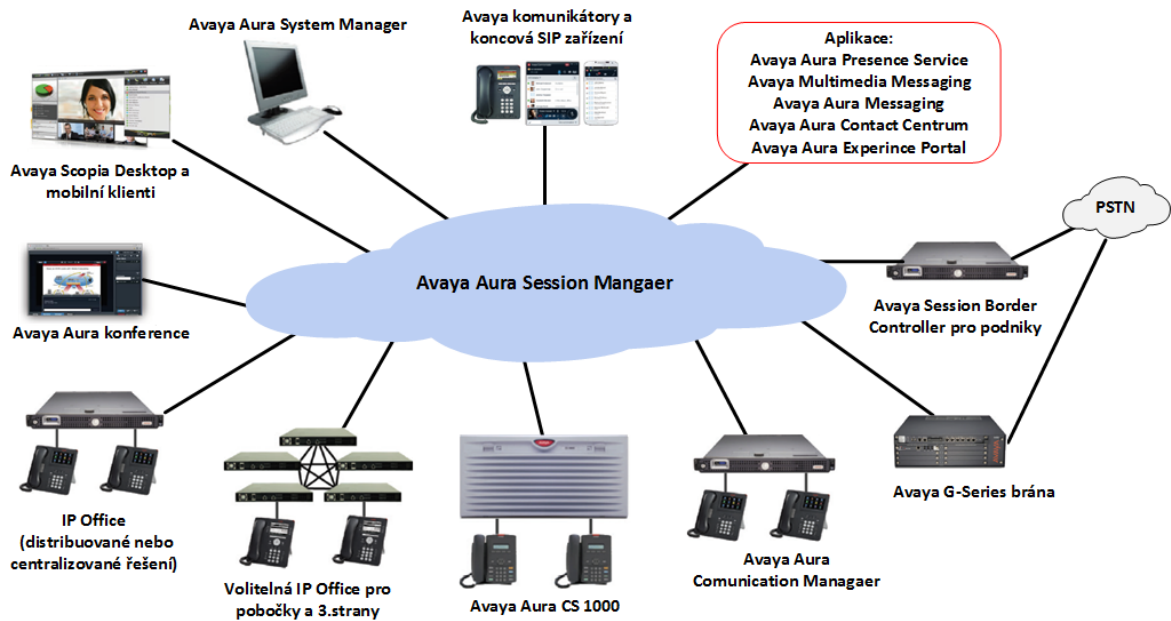
Kromě klienta Skype for business určeného pro stolní počítač nebo notebook je možné využívat klienty pro Windows phone, iOS, Android. (Microsoft (5), 2015)

3.3.4.5 Enterprise Voice

Na stránkách <https://technet.microsoft.com> je možné si v sekci Skype for Business Server 2015 zobrazit detailní schémata propojení jednotlivých entit, protokolů, portů používaných pro hlasovou komunikaci (Enterprise Voice) tak i získat další detailní informace týkající se Presence, IM, A/V Conferencing, Application Sharing, DNS configuration a Certificate Requirement.

3.3.5 AVAYA

Mezi hlavní telekomunikační produkt společnosti AVAYA v oblasti VoIP patří řešení s označením Avaya Aura. Jedná se o základnu, která má za cíl zahrnout veškeré produkty založených na komunikaci VoIP především SIP od společnosti AVAYA. Jedná se o propojení hlasu, videa, emailu, instant messaging do jedné multimediální architektury. (AVAYA Inc.(1), ©2013-2015) Schématické zobrazení architektury a jejích komponent je zobrazeno na obrázku 15. Středobodem Avaya Aury je Session manager, který pomocí protokolu SIP propojuje a zprostředkovává veškerou komunikaci mezi různými Avaya systémy.



Obrázek 15 - Nová generace architektury (AVAYA Inc.(1), ©2013-2015)

3.3.5.1 Vybrané prvky Avaya Aura

Avaya Aura Communication Manager je Evolution server, který poskytuje komplexní základ pro hlasovou a video komunikaci v reálném čase. Přináší více než 700 služeb pro sjednocenou komunikaci, včetně podpory mobility, kontaktního centra, posílání/odesílání zpráv, multimediální konference. Avaya Aura Communication Manager je flexibilní, podporuje širokou škálu zařízení včetně přístrojů používajících protokol SIP a H.323, stejně tak standardní digitální a analogové zařízení. Pro připojení k síti podporuje průmyslové standardy globálních komunikačních protokolů. (AVAYA Inc.(1), ©2013-2015)

Avaya Session Border Controller for Enterprise zabezpečuje komunikaci v reálném čase, která jde až za hranice interní sítě. Je navržený tak, aby podporoval požadavky podnikového SIP spojení, a obsahuje sadu pokročilých bezpečnostních prvků. (AVAYA Inc.(1), ©2013-2015)

3.3.5.2 Communication Server 1000

Avaya Aura CS 1000 – je skupina telefonních systémů, které se dělí na CS 1000M a CS 1000E. CS 1000M je komunikační platforma pro stávající zákazníky Meridian systému

(Nortel), kteří chtějí rozvíjet IP telefonii s využitím jejich dřívějších investic. CS 1000E je na IP protokolu založený komunikační systém, který přináší výhody konvergence sítí a spolupráce komunikací, které poskytují základ pro Unified Communications prostředí.

(AVAYA Inc.(2), ©2013-2015)

Zobrazení systému CS 1000 je na obrázku 16.



Obrázek 16 - AVAYA CS 1000 (AVAYA Inc.(2), ©2013-2015)

Communication Server 1000 je digitální modulární pobočkový systém, který umožňuje přenos hlasu a dat. Podporuje síťové signalizační protokoly H.323, MCDN, SIP, LDAP, QSig, QSS a trunková rozhraní jako je ISDN-PRI, ISDN-BRI, IP Virtual Trunks, Peer Networking over H.323 nebo SIP a analogová, která se již obecně moc nepoužívají.

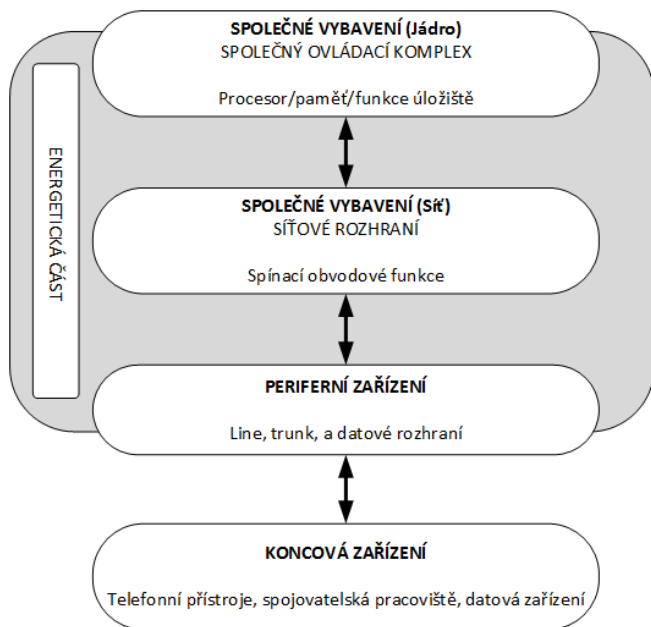
(AVAYA Inc.(3), ©2016)

Architektura systému je rozdělena do následujících funkčních oblastí:

- Společné vybavení (Jádro) obsahuje řídicí procesor, software pro vykonávání funkcí a paměť pro ukládání provozních, uživatelských a systémových dat systému.
- Společné vybavení (Sít') tvoří digitální karty, které zajišťují komunikaci mezi procesorem a inteligentním periferním zařízením IPE (Intelligent Peripheral Equipment).
- Periferní zařízení je rozhraní mezi sítí a připojenými zařízeními, včetně koncových zařízení a trunků.
- Koncová zařízení můžeme rozdělit na telefonní přístroje, spojovatelské konzole, datové terminály, tiskárny a modemy.

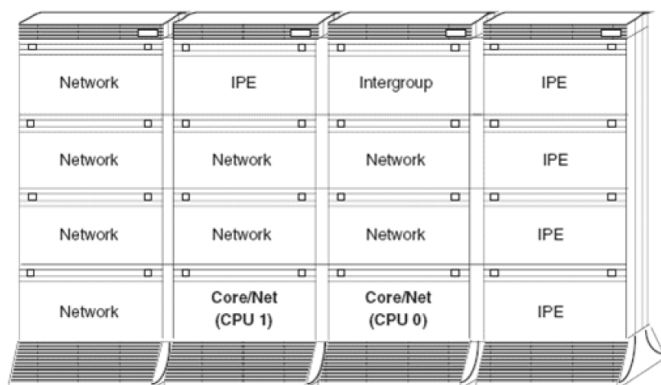
- Energetická část systému poskytuje elektrické napětí potřebné pro provoz systému, pro chlazení a pro senzory k ochraně zařízení. (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 43)

Tyto hlavní části systému jsou zobrazeny na obrázku 17.



Obrázek 17 - Architektura CS1000 (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 43)

Systém CS 1000M využívá dvě procesorové jednotky, které jsou umístěny v samostatných shelfech – Core/Net (CPU0) a Core/Net (CPU1). Jedna procesorová jednotka je v aktivním režimu a druhá je ve standby módu a je připravena převzít řízení v případě poruchy na hlavním modulu. Následující obrázek 18 ukazuje doporučenou konfiguraci pro umístění procesorového modulu. (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 227)

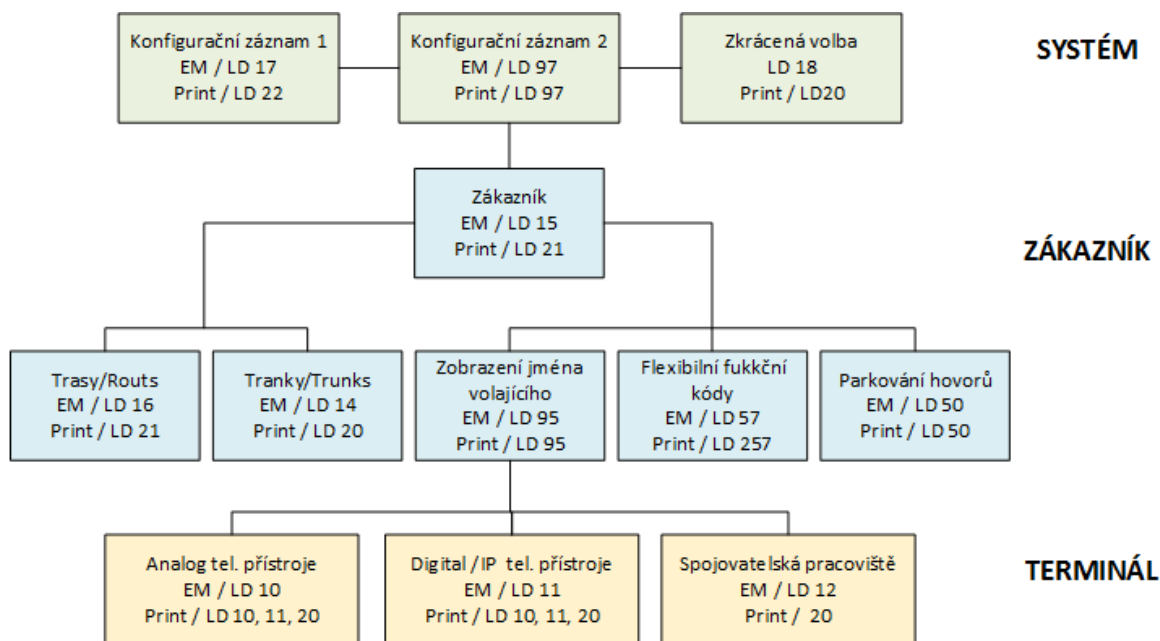


Obrázek 18 - Doporučené rozmístění CPU modulů pro CS1000 (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 227)

System a jeho komponenty jsou vnitřně adresovány pomocí Terminal Numbers (TN). Terminal Number jsou vymezené číslem loopu, který je v systému definován a jeho konfigurací. System může mít naprogramovaných až 256 loopů. TN slouží k adresování systémových karet a jednotek, které jsou na kartě. Na fyzických TN pozicích jsou připojená přímo zařízení, karty, komponenty. Naproti tomu je možné v systému nakonfigurovat virtuální pozice TN, které nemají přímé spojení portů. Tyto pozice slouží pro IP telefonní přístroje a virtuální trunky. Propojení TN pozice IP telefonního přístroje s jeho IP adresou zajišťuje TPS (Terminal Proxy Server), který zajišťuje Signaling server. TN pozice se používá ve tvaru Loop – Shelf – Card – Unit například 252 – 0 – 3 – 10. (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 8)

Softwarová architektura se skládá z programů, které zajišťují zpracování dat, údržbu a zabezpečení systému. Tyto programy jsou uloženy buď jako firmware, jako rezidentní programy v paměti systému nebo jako nerezidentní programy uloženými na pevném disku. (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 53)

System CS1000 je možné nastavovat přes CLI (Command Line Interface) nebo přes webové rozhraní EM (Element Manager), který je součástí System manageru. Příkazová řádka je založena na „Overlays“ nebo „Loads“, která je v interakci se systémem. Programová vrstva je organizována do třech hlavních úrovní. Systémová úroveň se zabývá konfiguračními záznamy, jako jsou například Superloops. Zákaznická část (Customer) je zaměřena na vytváření virtuálních zákaznických segmentů (v jednom systému CS1000 může být vytvořeno několik virtuálních ústředen označované jako CUST 0, CUST 1 atd. každá s jiným nastavením). Konfigurují se zde Trunký, Routy, podmínky pro směrování a další specifická nastavení. V terminálové části se konfigurují telefonní přístroje a jejich vlastnosti. K výpisu všech nastavení telefonních přístrojů je možné použít LD 20. Základní schéma jednotlivých úrovní je zobrazeno na obrázku 19. (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 48)



Obrázek 19 - Základní schéma programových částí (LD) (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 48)

Element manager je webové rozhraní, přes které je možné konfigurovat systémové nastavení CS1000, routování, oprávnění, tradiční analogové nebo digitální linky, IP telefonii, bezpečnost a politiky. Tento přístup umožňuje nastavovat systém a jeho periférii obdobně jako CLI. (Amplex Associated Ltd(2), nedatováno, s. 20)

Další komponentou CS1000 je Signaling server. Signaling server podporuje signalizační protokoly H.323 a Session Initiation Protocol, které zajišťují komunikaci pro IP telefony a IP Peer Networking. Poskytuje signalizační rozhraní do IP sítě pomocí softwarových aplikací, které pracují na platformě operačního systému Linux. Tato platforma slouží ke spuštění následujících aplikací: SIP/H.323 Signaling Gateways, TPS (Terminal Proxy Server), NRS (Network Routing Service), SLG (SIP Line Gateway), EM (Element Manager), PD (Personal Directory), CL (Callers List), RL (Redial List) a UND (Unicode Name Directory) pro UNISim IP telefonní přístroje. SIP Line Gateway dále zahrnuje SIPL (SIP Line) a SIP Management Service. NRS zahrnuje H.323 Gatekeeper, SIP Proxy Server, SIP Redirect Server a NCS (Network Connection Service). (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 52) Limity Signaling serveru instalovaného na HP DL360p s konfigurací více aplikací na jednom serveru je v tabulce 3.

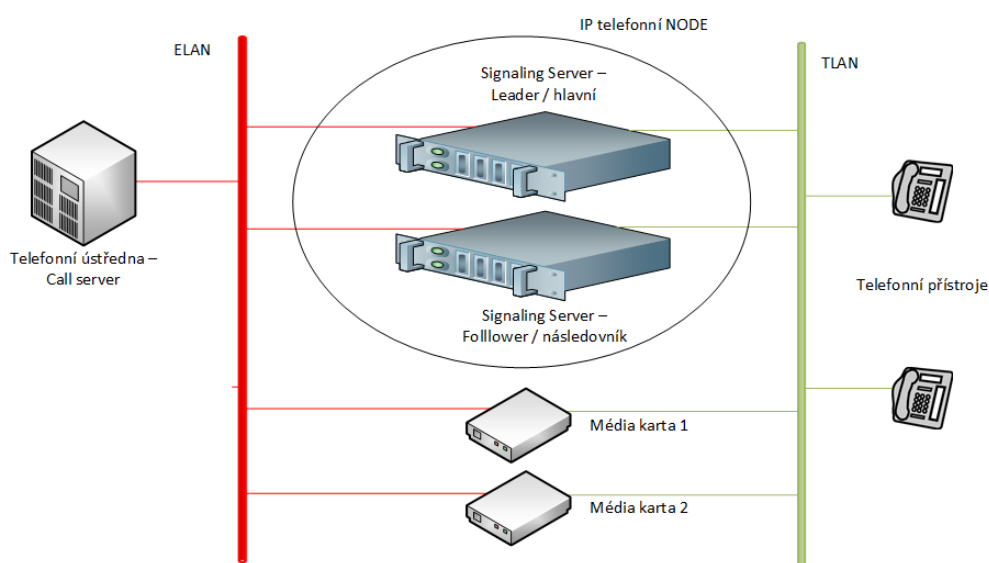
Tabulka 2 - Limity Signaling serveru pro vybrané položky (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 214)

Common Server R2 (HP DL360p G8)	UNIStim	Personal Directory	SIP Line	Virtual Trunks (SIP)	Virtual Trunks (H323)
Počet uživatelů	3000	3000	1200	1200	1200

System CS1000 pro zajištění svých funkcí využívá dvě hlavní sítě ELAN (Embedded LAN) a TLAN (Telephone LAN). Tyto sítě jsou navrženy tak, aby byl z bezpečnostních a provozních důvodů oddělen systémový a uživatelský segment. ELAN je určena k systémovému propojení a managementu jednotlivých komponent například Call server, Signaling server, Media card. Do sítě TLAN jsou zapojené IP telefonní přístroje, Media card, Signaling server a slouží k přenosu signalizace a hovorů. (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 31)

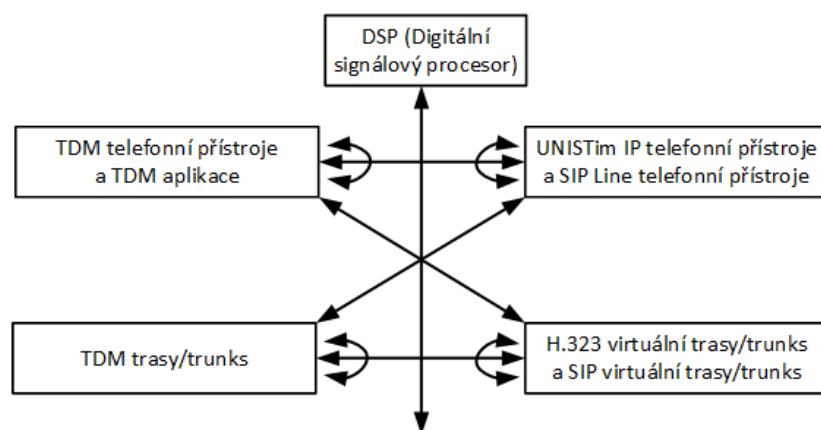
IP Node se skládá z Signaling serveru a média karet. Media karty umožňují pomocí DSP převod mezi TDM a IP sítí. Každý vytvořený Node má v síti unikátní ID, které se zadává jako celočíselná hodnota. Pokud Node využívá více Signaling serverů, tak pouze jeden je hlavní (Leader) a ostatní včetně média karet jsou definovány jako následovníci (Followers). Média karty se zapojují do modulu telefonní ústředny označovaného jako Intelligent Peripheral Equipment. Novější DSP procesory jsou již součástí komunikačního systému. Node může mít až 5 Signaling serverů a až 35 média karet. (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 222)

Schéma zapojení telefonního Nodu je na obrázku 20.



Obrázek 20 - Zapojení IP telefonního Nodu (Amplex Associated Ltd(2), nedatováno, s. 42)

Využití DSP procesorů, které jsou součástí média karet, je vidět na schematickém obrázku 21. Média karty se využijí jen v případě, že probíhá provoz mezi TDM a IP prostředím. Pokud komunikace probíhá pouze mezi IP komponenty nebo pouze mezi TDM komponenty, tak DSP se do komunikace nezapojuje jak je vidět na obrázku 21.

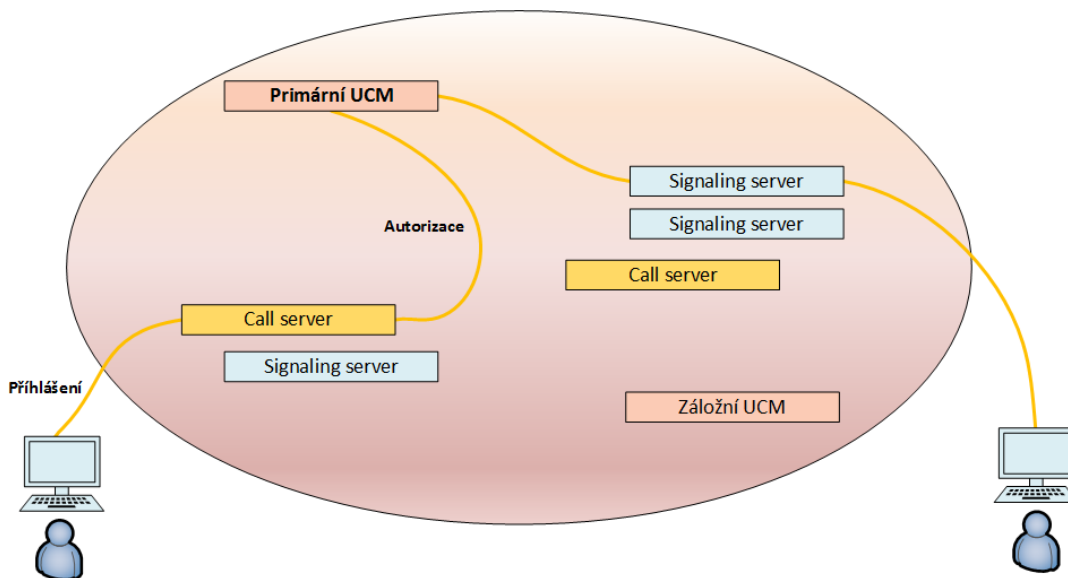


Obrázek 21 - Typy volání v prostředí CS1000M (AVAYA Inc.(9), 2014, s. 198)

Pro optimalizaci využití přenosového pásma pro IP provoz v různých částech sítě mohou být segmenty sítě rozděleny do různých zón, které představují různé topografické oblasti sítě. Veškeré IP telefonní přístroje a zařízení mají přiřazené číslo zóny, které označují zónu, do které patří. V případě volání jsou využity různé kodeky a to vždy v závislosti na oblasti, ve které volající a volaný je umístěn. Zóny, strategie a kodeky se nastavují vždy podle aktuální konfigurace sítě. (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 219)

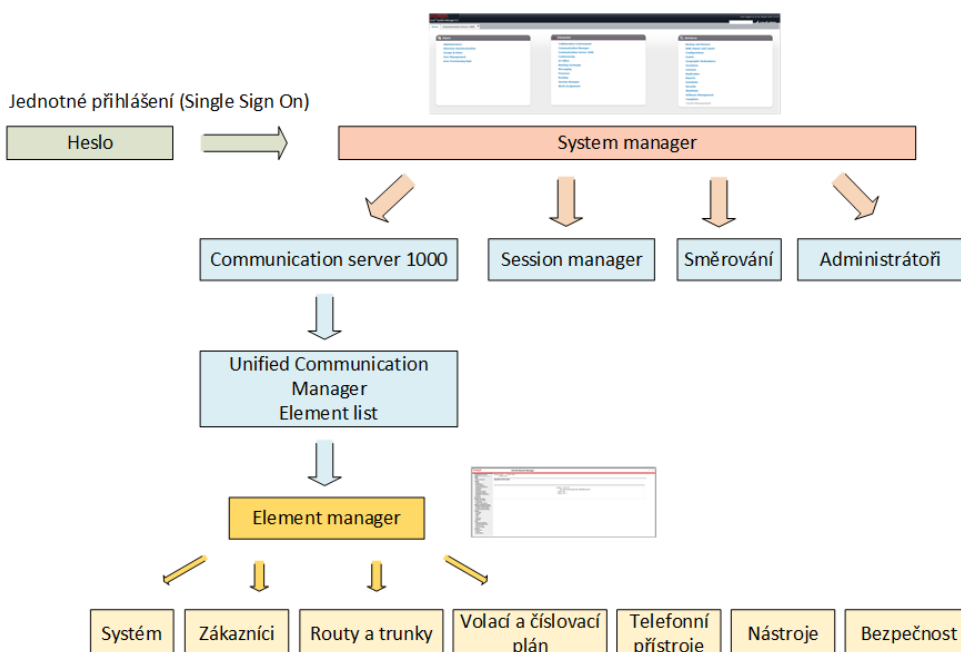
UCM (Unified Communication Manager) řídí přístup k systému a serverům. Po počáteční konfiguraci zařízení například u Signaling serveru, Call serveru a Media card jsou komponenty mimo UCM doménu, ale jsou schopny komunikace na elementární úrovni. Pro plný přístup a využití všech funkcionalit je potřeba tyto komponenty přidat do UCM domény. Na základě registrace již plně komunikují přes bezpečnostní protokol SSH (Secure Shell). Jakmile je Security Doména vytvořena, tak Primary UCM kontroluje a řídí veškerou komunikaci a autorizaci. Pokud se uživatel přihlašuje na Call server nebo Signaling server, tak Primary UCM zjišťuje, zdali je přístup uživatele validní a autorizovaný. V případě výpadku hlavního UCM je ověření kontrolováno záložním UCM, pokud je nainstalován.

Schéma UCM je zobrazeno na obrázku 22. (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 14)



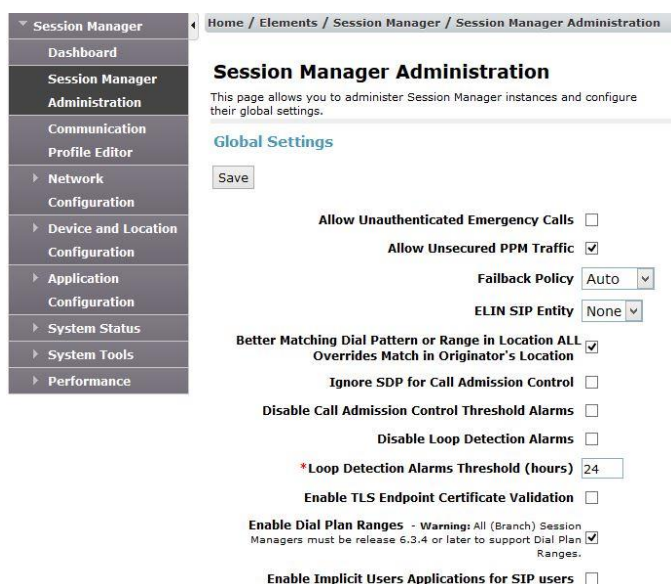
Obrázek 22 - UCM pro zabezpečení domény (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 14)

Zařízení, která se stala částí UCM domény se automaticky přidají do Element listu v UCM rozhraní. Jedná se o Call server, Signaling server Base Linux, Signaling server Element manager, média karty. V této struktuře je možné se pohybovat pouze pod jediným autorizovaným přihlášením, kterému se říká Single Sign On (SSO), jak je zobrazeno na obrázku 23. (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 15)



Obrázek 23 -Struktura jednotlivých částí System manageru

Session manager můžeme označit za SIP Proxy server, který je centrálním bodem Avaya Aura architektury. Spojuje rozdílné komponenty systému a řídí jejich komunikaci. Umožňuje konfigurovat a monitorovat jednotlivé entity, které jsou připojeny pomocí SIP protokolu. Na obrázku 24 je zobrazení stránky Session manageru.



Obrázek 24 - Session manager – administration (Prokop, 2015)

CS1000 podporuje širokou škálu telefonních přístrojů. K systému je možné připojit analogové tel. přístroje, digitální systémové přístroje AVAYA a IP přístroje AVAYA nebo třetích stran. Z digitálních přístrojů jsou například využívány telefonní přístroje M2616, Avaya 3902, Avaya 3903, Avaya 3904 z IP telefonní řady jsou podporovány telefony Avaya 1120E IP Deskphone, Avaya 1140E IP Deskphone, Avaya 2050 IP Softphone, (AVAYA Inc.(9), 2014, s. 69) Avaya 1210 IP Deskphone, Avaya 1220 IP Deskphone, Avaya 1230 IP Deskphone (AVAYA Inc.(5), ©2016). Vybrané telefonní přístroje jsou na obrázku 25.



Obrázek 25 - Telefonní přístroje z leva 3902, 3904, 1230, 1140E (AVAYA Inc.(6), ©2016)

4 Praktická část

Praktická část se zabývá implementací VoIP technologie ve středně velké společnosti, která z velké části využívá klasické digitální nebo analogové telefonní přístroje. Z důvodu zajištění ochrany údajů byly IP adresy, doménová jména, názvy domén, volací čísla a částečně topologie systému pozmeněny. Nové údaje byly zvoleny tak, aby měly logickou souvislost a zachovaly integritu sdělených informací.

4.1 Specifikace požadavku

Jedná se o společnost, která požaduje využívat VoIP technologii a nové telekomunikační služby jako nadstavbu nad využíváním tradičních digitálních nebo analogových poboček. Postupně by ráda přešla na jednotný systém využívající jednu síť pro komunikaci a datový přenos. Po zhodnocení výsledků implementace se rozhodne pro další strategický plán. Záměrem je využít stávající technologii a snížit náklady na hovorné ve vzdálených destinacích mimo Českou republiku. Pilotní provoz VoIP telefonie bude realizován na vybraných pracovištích. Je požadována možnost volání z nových VoIP telefonních přístrojů na stávající pobočkovou ústřednu i do PSTN. Vybraným Lync účtům bude přiděleno telefonní číslo z rozsahu interní telekomunikační sítě a tímto jim bude umožněno přijímat i vybavovat odchozí volání do pobočkové sítě i do PSTN. U Lync účtů s funkcí Enterprise Voice je žádoucí u jednotlivých uživatelů nastavovat různá oprávnění volání jako je u současné pobočkové ústředny (volání pouze v rámci společnosti, volání v rámci České republiky, volání v rámci České republiky s omezením na drahé služby, mezinárodní volání, mezinárodní volání s omezením na drahé služby, volání bez omezení).

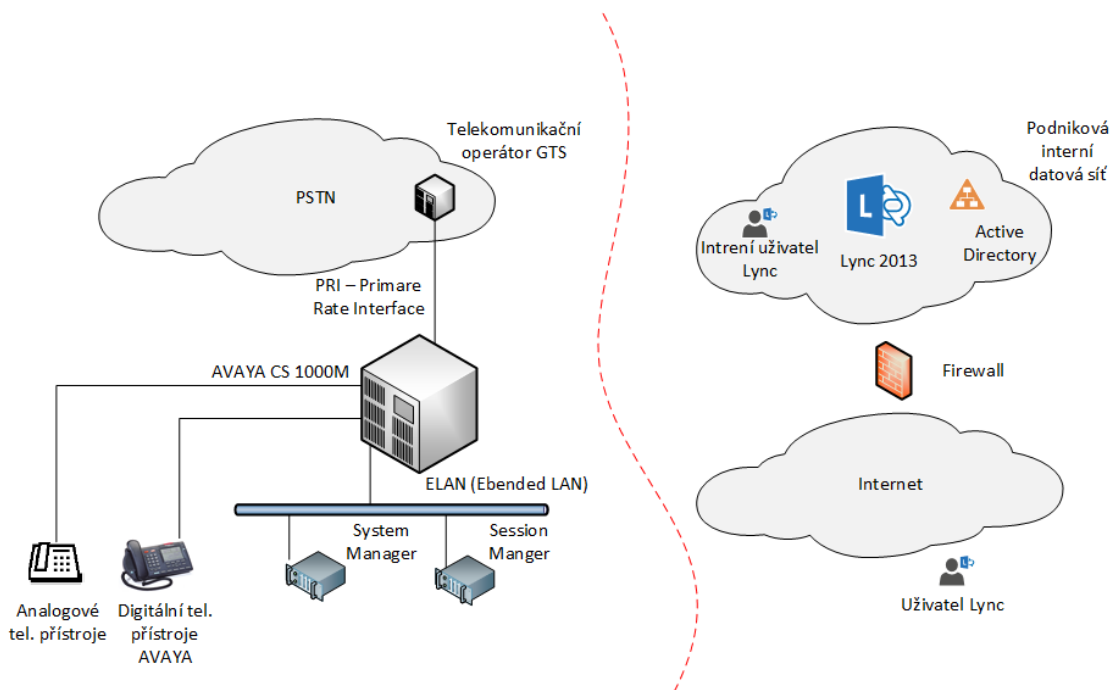
Souhrn požadavků:

- Ve vybraných kancelářských pracovištích v rámci společnosti v České republice zprovoznit VoIP klienta pro telefonování s nastavením různého oprávnění pro volání.
- Do provozních pracovišť zajistit HW VoIP telefonní přístroje.
- Do vybraných zasedacích místností instalovat konferenční telefonní přístroje.
- Využít stávající telekomunikační systém pro podporu VoIP, který by se mohl v budoucnu rozšířit.

4.2 Popis a analýza stávajícího systému

Společnost disponuje telekomunikačním systémem Avaya Communication Server 1000M Release 7.6 a zaměstnává 2600 lidí. Někteří uživatelé pracují v kancelářích a někteří v provozech. Celkem společnost využívá 2430 linek, z toho 1350 analogových linek a 1080 digitálních poboček. Pro komunikaci jsou využívány analogové telefonní přístroje Siemens 5005, Aastra 6730a a digitální telefony AVAYA M3904, M3903, M3902 a M2616. Pro emailovou komunikaci je využíván Microsoft Exchange Server 2013, který je nainstalován na virtuálních serverech VMware vSphere ESX. Uživatelé ve společnosti používají operační systém Microsoft Windows 7. Společnost využívá Active Directory, přes které probíhá veškeré ověřování uživatelských účtů. Má několik lokálních zastoupení v zahraničních destinacích, kam je přivedena datová síť z hlavní destinace v České republice a kde mají také připojení do sítě internet. Pro volání do České republiky musejí uživatelé využívat místní pobočky nebo mobilní telefony (se službou roaming) a následné komunikační poplatky jsou velmi nákladné. Společnost často mění své zahraniční destinace a tak není možné využít například slevy z dlouhodobého odběru telefonních přípojek. Pracovníci nejvíce využívají volání na dispečinky, vedoucím pracovníkům a na provozní linky.

K zajištění telekomunikačních služeb v rámci podniku společnost využívá telekomunikační systém Avaya Communication Server 1000M s parametry Call server Pentium IV, v HA (High Availability) režimu, multigroup, verze SW 3.621, operační systém VxWorks version 5.5.1. Je využíván čtyřmístný číslovací plán s napojením na operátora GTS propojením 4 x PRI (Primary Rate Interface). V nedávné době organizace rozšířila svojí technologickou platformu o Microsoft Lync 2013. Microsoft Lync 2013 je využíván uživateli zejména pro instant messaging a presenci. Pro klienty jsou využívány standardní přístupové licence STD CAL. Na počítačích uživatelů je nainstalován standardní Lync klient, který je součástí Microsoft Office. Společnost má uzavřenou smlouvu se společností Microsoft EA/SA (Enterprise Agreement/ Software Assurance), která zajišťuje servisní podporu a smluvně ujednané ceny za produkty. Výchozí stav podnikové infrastruktury je zobrazen na obrázku 26. Ze schématu je možné rozpoznat, že stávající datová infrastruktura není propojena s telekomunikačním systémem CS1000M.



Obrázek 26 - Výchozí stav podnikové infrastruktury

4.3 Návrh řešení

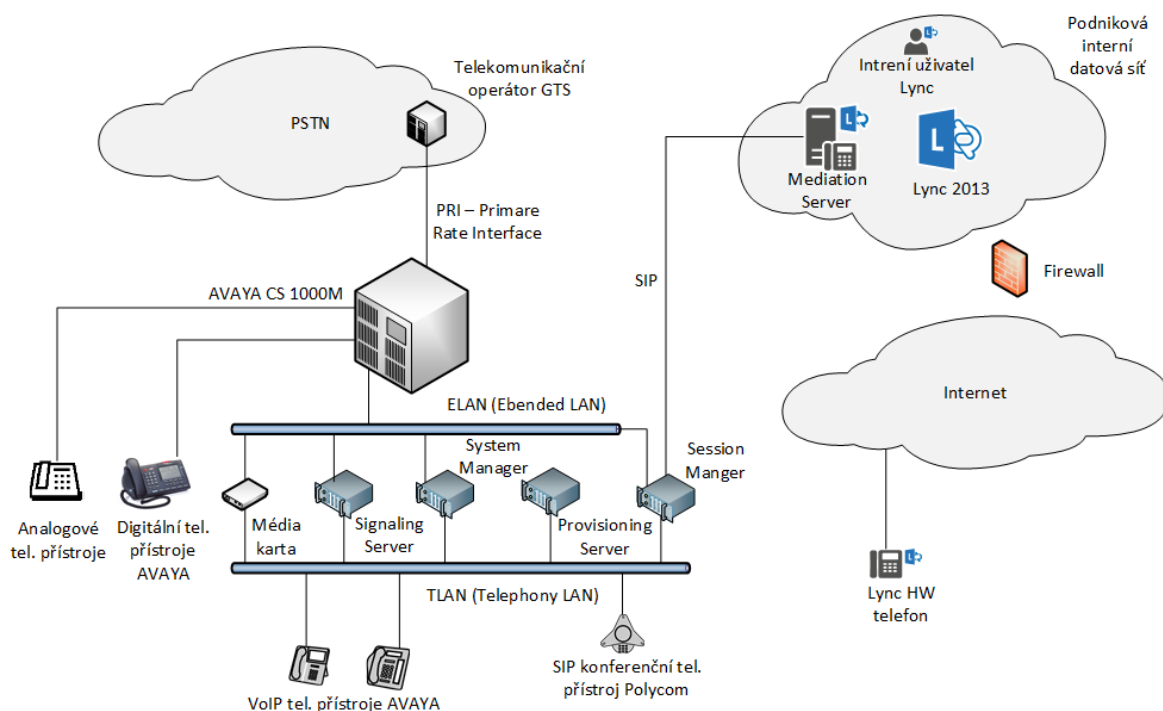
Po analýze současného stavu a možností současných používaných technologií byly vyvozeny následující závěry. Vybraným kancelářským pracovištím bude instalován klient Lync 2013 s licenci Enterprise Voice, která umožní využívat kromě chatovacích a prezenčních služeb i volání do pobočkové a veřejné telekomunikační sítě. Každému uživateli s licenci Enterprise Voice bude přiděleno čtyřmístné telefonní číslo z číslovacího plánu organizace.

Na dalších pracovištích budou stávající digitální přístroje nahrazeny VoIP telefonními přístroji AVAYA s typovým označením 1140 nebo 1230. Bude se jednat převážně o pracoviště administrátorů nebo techniků IT (informační technologie). Pro nové zasedací místnosti budou připojeny dva konferenční přístroje Polycom Soundstation Duo, které budou propojeny s telekomunikačním systémem pomocí protokolu SIP (v případě potřeby je možné přístroj zapojit na jiném pracovišti bez nutnosti fyzicky propojovat novou telefonní zásuvku s hlavním rozvodem). Ve vzdálených destinacích, kde má společnost zastoupení, budou využity hardwarové VoIP telefony s konfigurací Lync a to od společnosti Snom s typovým označením 710 a 720. Těmto uživatelům bude také přiřazena licence Enterprise Voice a telefonní přístroj bude nakonfigurován buď na jejich

doménový účet, nebo na nově vytvořený účet (například pokud telefon bude používat více uživatelů ve společné kanceláři).

Vzhledem k tomu, že společnost využívá telekomunikační technologii od společnosti AVAYA, bude se jednat o rozšíření tohoto systému o potřebné licence a funkční komponenty, které tuto funkcionalitu umožní. Na základě komunikace s dodavatelem bude vytvořena cenová nabídka na rozšíření systému o Signaling sever, média karty, licence pro VoIP a VoIP telefonní přístroje.

U Microsoft Lync bude nastavena a zprovozněna role Mediation Server na Front End Serveru, která umožní SIP komunikaci s podnikovým komunikačním systémem CS1000M. Budou zakoupeny licence Enterprise CAL pro 20 uživatelů. Požadovaný stav po migraci a rozšíření komponent je na obrázku 27.



Obrázek 27 - Požadovaný stav podnikové infrastruktury

4.4 Shrnutí, kalkulace a implementace

Jelikož společnost již dříve investovala do částečné modernizace PBX systému, je telekomunikační systém připravený pro implementaci VoIP telefonie. Zatím ve svém provozu využívá pouze telefonní přístroje a příčková spojení založená na TDM (Time

Division Multiplex). Pomocí příčkových spojení je telekomunikační systém napojený na veřejného telekomunikačního operátora GTS. Systém je vybavený dvěma servery a to System managerem a Session managerem. System manager zajišťuje dohled a správu nad telekomunikačním systémem a Session manager má možnost zajistit připojení k dalším systémům pomocí SIP protokolu, zatím ale není využit. Pro implementaci VoIP telefonie je potřeba nainstalovat Signaling server, který umožní zapojení a komunikaci VoIP telefonie (autentizaci, autorizace, nastavení VoIP konfigurace, vytvoření zón). Dále je nutné zajistit potřebné licence a media karty umožňující komunikaci mezi VoIP a stávající pobočkovou ústřednou. Pro propojení na Microsoft Lync 2013 je potřeba nastavit v Session manageru SIP trunk na Mediation server společnosti Microsoft. Na straně Microsoftu bude potřeba připravit napojení na Session manager, nastavit oprávnění pro volání, u vybraných uživatelů nastavit možnost volání do stávající pobočkové sítě přes protokol SIP. Standardní licence od společnosti Microsoft pouze umožňují volání v rámci počítačů (PC-to-PC) a tak je bude nutné rozšířit o licenci Enterprise CAL. Licence s označením Enterprise CAL umožňují volání například do pobočkové sítě nebo k veřejnému telekomunikačnímu operátorovi.

Pro používání služby Lync 2013 bude využit klient instalovaný v rámci MS Office Professional Plus na uživatelských počítačích a hardwarový telefonní přístroj od společnosti Snom ve verzích 710 a 720. Pro telekomunikační systém AVAYA budou využity hardwarové telefonní přístroje AVAYA 1140 a 1230.

4.4.1 Cenové kalkulace

Na základě definovaných požadavků byla vytvořena cenová poptávka na rozšíření systému o potřebné komponenty a licence. V případě systému AVAYA byl osloven dodavatel, se kterým má organizace uzavřenou servisní smlouvu na podporu stávajícího systému. Na cenovou nabídku na produkty od společnosti Microsoft byla využita stávající smlouva Enterprise Agreement/ Software Assurance. Na doplňkové produkty bylo osloveno několik dodavatelů a po vyhodnocení nejvýhodnější nabídky byla s tímto dodavatelem uzavřena smlouva na dodávku produktů. Cenové nabídky včetně rozepsaných položek jsou v tabulkách 4 až 7.

Tabulka 3 - Cenová nabídka na rozšíření systému AVAYA

Nabídka od dodavatele produktů AVAYA				
Produkt	Typ	Počet	Cena bez DPH za MJ	Cena bez DPH
Signaling Server HP DL360G8	HW	1	128035,05	128035,05
Common Server Release 2 (CSR2)	SW	1	25360,5	25360,5
Media Card (MC32S)	HW	2	27375,15	54750,3
Licence IP (Convert 1 TDM licence to IP)	SW	10	1661	16610
Licence 3rd	SW	5	2814,9	14074,5
Avaya 1140E Deskphone	HW	10	12100	121000
Avaya IP 1230	HW	5	6400	32000
Cena celkem				391 830,35 Kč

Tabulka 4 - Cenová nabídka na rozšíření systému Microsoft

Nabídka od dodavatelů produktů Microsoft				
Produkt	Typ	Počet	Cena bez DPH za MJ	Cena bez DPH
Server licence (rozšíření o 3 server - Lyncpool)	SW	1	33668,86	33668,86
Enterprise licence pro Lync 2013	SW	20	5058	101160
Cena celkem				134 828,86 Kč

Tabulka 5 - Cenová nabídka na doplňkové produkty

Nabídka na doplňkové produkty				
Produkt	Typ	Počet	Cena bez DPH za MJ	Cena bez DPH
Polycom Soundstation duo	HW	2	11700	23400
Snom 710	HW	1	2120	2120
Snom 720	HW	1	4160	4160
Náhlavní souprava Jabra UC VOICE 150	SW	10	760	7600
Cena celkem				37 280,00 Kč

Tabulka 6 - Celková cenová nabídka

Celková nabídka od dodavatelů AVAYA, Microsoft a doplňkové produkty	
Nabídka od dodavatele produktů AVAYA	391 830,35 Kč
Nabídka od dodavatelů produktů Microsoft	134 828,86 Kč
Nabídka na doplňkové produkty	37 280,00 Kč
Cena celkem	563 939,21 Kč

4.4.2 Zprovoznění Signaling serveru pro CS 1000M

Signaling Server bude instalován na server DELL 360PG8 s procesorem Intel Xeon Processor E5-2630, 16 GB DRAM, 2 x 300 GB HDD v RAID 1. V rámci dodávky jsou od společnosti AVAYA připravena 2 instalační DVD s potřebnými aplikacemi. První DVD obsahuje instalaci Linux Red Hat pro Signaling server. Druhé DVD obsahuje instalační aplikace (Media application server, Linux application, Signaling server, Call server, SIP gateway, Media application). Vzhledem ke skutečnosti, že na System manageru (má i roli deployment serveru) máme předinstalované aplikace, tak druhé instalační DVD k zprovoznění nebude potřeba. Po instalaci Linux Red Hat na server nainstalujeme následující aplikace: Terminal Proxy Server (řídí IP telefonii), SIP Gateway (řídí SIP), Personal Directory (umožňuje využívat osobní adresáře telefonních přístrojů). Po spuštění instalace verze 7.65.16.22 je nutné zadat adresace nového Signaling serveru, a to nejdříve pro ELAN (Embedded LAN – síťové propojení komponent pro management) a následně pro TLAN (Telephony LAN – síťové propojení pro telefonní přístroje), konkrétně IP adresu ELAN sítě, ELAN net mask, ELAN Gateway, Host name, Domain name, ELAN T port domain name, TLAN IP adres, TLAN net mask, TLAN Gateway. Následuje nastavení časové zóny, DNS konfigurace pro primární a sekundární DNS server a zadání hesla pro uživatele root a admin2. Připravená adresace pro Signaling server je v tabulce 7.

Tabulka 7 - Adresace pro Signaling server

Typ	ELAN	TLAN
IP adresa	10.80.7.201	10.20.0.201
Net mask	255.255.255.0	255.255.0.0
Gateway	10.80.7.1	10.20.0.1
Host name	Pbx-ss1	Pbx-ss1
Domain name	vop	vop
DNS primární	10.80.1.10	10.80.1.10
DNS sekundární	10.80.1.11	10.80.1.11

Během instalace systému jsme dotazováni, zdali chceme nainstalovat systém jako Deployment server. V našem případě tento Signaling server nebudeme instalovat jako Deployment, protože tuto roli již zastupuje System manager. Deployment umožňuje nasazení daných aplikací v daném prostředí a zároveň umožní vrácení verzí aplikací do původního nastavení.

System manager byl při posledním upgrade naimplementovaný, byla vytvořena Security UCM doména a nyní se Signaling server bude začleňovat do této domény. Přidá se jako další server tzv. member. Security doména byla vytvořena z důvodu zajištění bezpečné komunikace mezi komponenty pomocí certifikátů a SSH spojení. System manager umožňuje řídit další servery a aplikace jako například Signaling server (IP komunikaci), Session manager (aplikace pro SIP spojení například pro napojení na Lync). Příprava a instalace Signaling serveru probíhala přibližně 30 minut.

Po instalaci je nutné nahrát na Signaling server patche o celkové velikosti cca 1,2 GB, které zajistí aktualizaci systému. Tyto patche je možné stáhnout z webového portálu AVAYA pro registrované a oprávněné uživatele, jak je zobrazeno na obrázku 28.

The screenshot shows the 'Enterprise Solutions PEP Library' website. On the left is a navigation menu with items like 'ESPL Home', 'Main Menu', 'Latest ESPL Releases', 'Contact ESPL Support', 'Dependency List Options', and 'Select A New Dependency List'. The main content area displays 'Your Location: Enterprise Solutions PEP Library' and 'Enterprise Solutions PEP Library' in large text. Below this, it shows 'Software Release: Linux 7.65.16' and 'Current Version: Linux Service Pack (SP6) 2014-12-09' with a size of 1 188 977 688 bytes. A red 'IMPORTANT' banner with 'README FIRST!' is present. The text reads: 'Updated Service Pack And Important Installation Requirements For CS1000 Release 7.6 Systems'. It instructs users to install updates in a specific order before downloading the service pack: **cs1000-linuxbase-7.65.16.23-3.i386.000 (Install First)**, **cs1000-Jboss-Quantum-7.65.16.23-3.i386.000 (Install Second)**, **cs1000-patchWeb-7.65.16.22-4.i386.000 (Install Third)**, and **cs1000-dmWeb-7.65.16.23-1.i386.000 (Install Fourth)**. At the bottom, there are three buttons: 'View Service Pack Content' (with a 'View' button), 'Search for Additional (LTD) PEPs/SUs not included in SP' (with a 'Search' button), and 'Current Service Pack 7.65.16 Bundle (SP6)' (with a 'Download' button). A note mentions a faster download via PLDS with link [CS1K000310](#).

Obrázek 28 - PEP Library - downloading patchů

Patche se nahrají na Signaling server do adresáře `pbx-ss1:/var/opt/nortel/patch`. Dle instrukcí v návodu je nutné nainstalovat tento Service Update v požadovaném pořadí a před instalací Service Packu. Z adresářové struktury a názvů složky „nortel“ je možné rozpoznat, že společnost AVAYA nechala původní strukturu adresářů společnosti Nortel, která je nyní její akvizicí. Pro nahrání patchů využijeme aplikaci WinSCP, kterou se připojíme k serveru a nahrajeme požadované soubory. Následně pomocí aplikace PuTTY aktivujeme patche a Service Pack. PuTTY je aplikace, která nám umožní přihlásit se ke vzdálenému prostředí a použít příkazovou řádku. Ke vzdálenému počítači přistupujeme přes zabezpečený šifrovaný protokol SSH. Zadáváme adresu počítače a následně uživatelské jméno a heslo. V následujícím zobrazení je vidět instalování patchů na Signaling serveru pod administrátorským heslem `admin2`.

Nahrání patchů - loading patch (je zobrazen pouze začátek nahrání prvního patche příkazem `pload`) :

```
[admin2@pbxh- ss1 patch]$ pload cs1000-linuxbase-7.65.16.23-3.i386.000.ntl
```

```
1. Please note that this patch must be installed before Service Pack.
2. Upgrading from cs1000-linuxbase-7.65.16.21-01.i386 or prior SU, please do
the following under root user before patch installation:
chmod 444 /var/opt/nortel/base-apps/*
chmod 755 /opt/nortel/Jboss-Quantum/run/jbossd
3. Please note that tzdata-2014g-1.el5.i386 or newer is required for this SU.
Continue loading patch? (Y/N) [N]? y
Patch cs1000-linuxbase-7.65.16.23-3.i386.000 loaded with handle 0
Patch handle is: 0
...
```

Výpis aktualizovaných patchů daných do servisu - insert

```
In System service updates: 4
PATCH# IN_SERVICE DATE SPECINS REMOVABLE NAME
0 Yes 05/05/15 YES YES cs1000-linuxbase-7.65.16.23-3.i386.000
1 Yes 05/05/15 NO YES cs1000-Jboss-Quantum-7.65.16.23-3.i386.000
2 Yes 05/05/15 YES YES cs1000-patchWeb-7.65.16.22-4.i386.000
3 Yes 05/05/15 YES YES cs1000-dmWeb-7.65.16.23-1.i386.000
#]0;admin2@pbx-ss1:/var/opt/nortel/patch#[admin2@pbx-ss1 patch]$
#Message from syslogd@pbx-ss1 at May 5 13:08:46 ...
UCM is now ready to use.
```

Po instalaci patchů a Service Packu vstoupíme do lokální administrace Signaling serveru a zobrazíme si aktualizované položky (Base, Jboss-Quantu, dmWeb, patchWeb), jak je vidět na obrázku 29. Zde si můžeme zkontrolovat, že všechny položky byly zaktualizovány na verzi 7.65.16.

Base System	
Base Overview	
Product Release: 7.65.16.00	
Base Applications	
base 7.65.16	[patched]
NTAFS	7.65.16
sm	7.65.16
cs1000-Auth	7.65.16
Jboss-Quantum n/a	[patched]
cmd	7.65.16
lhmonitor	7.65.16
baseAppUtils	7.65.16
dfoTools	7.65.16
cpmUtil	7.65.16
oam-logging	7.65.16
dmWeb n/a	[patched]
baseWeb	7.65.16
ipsec	7.65.16
Snmp-Daemon-TrapLib	7.65.16
ISECSH	7.65.16
patchWeb n/a	[patched]

[Application Status Details](#)

Obrázek 29 - Zobrazení patchovaných položek u Signaling serveru

Dále od dodavatele byly dodány nové keycode (licence) na paměťové kartě, která se umísťuje do slotu procesorové jednotky. Jedná se o soubor s příponou *.kcd o velikosti cca 1500KB. Nejdříve jsme provedli verifikaci současných keycode příkazem KSHO REC a následně jsme provedli porovnání stávajících kódů s novými kódy příkazem KDIF REC RMD. Aktivace kódů se provedla v LD 143 příkazem KNEW RMD. Po aktivaci systém vypsal hlášku o úspěšné aktivaci.

```
New Keycode accepted and activated successfully. Sysload is NOT needed!
```

4.4.3 Připojení Signaling serveru do System manageru

Pro začlenění Signaling serveru a potřebných komponent do System manageru použijeme již připravený adresový rozsah pro ELAN, TLAN, domain name. Připravené parametry jsou zobrazeny v tabulce 8.

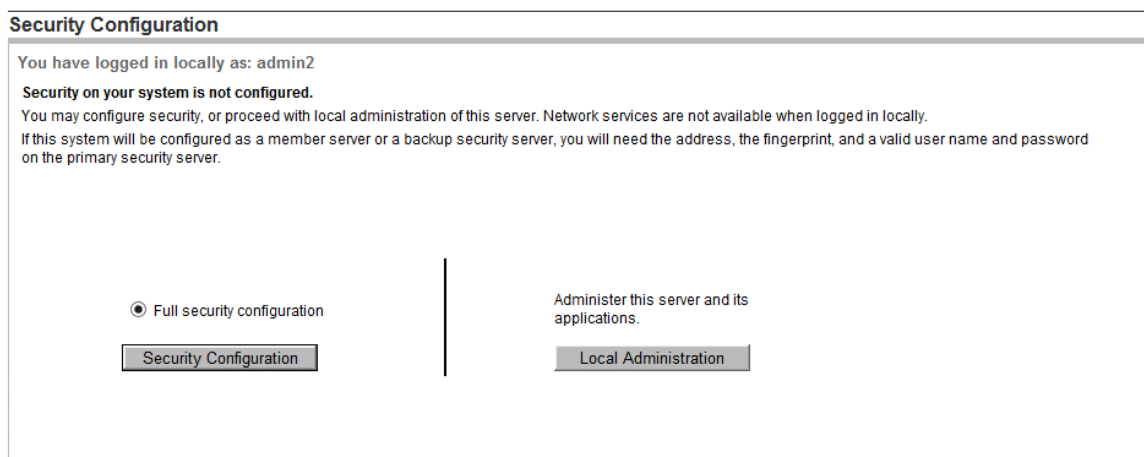
Tabulka 8 - Adresový rozsah pro telekomunikační komponenty

Zařízení	Označení	FQDN	ELAN	TLAN
Signaling server	Signaling server	pbx-ssl.vop.cz	10.80.7.201	10.20.0.201
Signaling server	NODE 1	-	-	10.20.0.200
PBX	CPU 0	-	10.80.7.98	-
PBX	CPU 1	-	10.80.7.99	-
Media card	MC32S Card 1	-	10.80.7.203	10.20.0.203
Media card	DSP Card 1	-	-	10.20.0.204
Media card	MC32S Card 2	-	10.80.7.205	10.20.0.205
Media card	DSP Card 2	-	-	10.20.0.206

Položka FQDN (Fully Qualified Domain Name) v tabulce určuje umístění počítače ve stromové struktuře DNS (Domain Name System). Signaling server začleníme do Security domény z důvodu bezpečné správy pod Systém managerem. Po přihlášení na webové rozhraní Signaling serveru zahájíme konfiguraci „Full security configuration“ viz obrázek 30.



Avaya Unified Communications Management



Obrázek 30 - Přidání Signaling serveru do Security domény

V nastavení zadáváme member, IP adresu Primary Security serveru (System manager) se síťovou adresou 10.20.0.12. Proveďte se výběr jednotlivých funkcionalit a následně systém vygeneruje certifikát pro zabezpečený přenos. Po restartu se nám již tento Signaling server zobrazí pod UCM doménou v Element listu, připravený pro správu System managerem.

4.4.4 Vytvoření Node pro IP telefonii

Po předchozí konfiguraci se Signaling server nachází ve stavu undeployed. Musíme na něj nainstalovat potřebné aplikace, jako je SIP line, Gateway (SIP/H323), PD (Personal Directory), LTPS (Line Terminal Proxy Server) a následně nastavit konfiguraci Node. Node IP byl vytvořen s číslem ID 1 a z obrázku 31 lze vyčíst, že jsou zde připravené služby SIP Line (pro SIP komunikaci – pobočky AVAYA, 3rd party), LTPS (určeno pro IP telefony AVAYA na proprietárním protokolu Unistim), PD (adresářové služby), Gateway (pouze SIPGw, je možné i H.323, ale ta nebyla požadována).

IP Telephony Nodes

Click the Node ID to view or edit its properties.



<input type="checkbox"/> Node ID ▲	Components	Enabled Applications	ELAN IP	Node/TLAN IPv4	Node/TLAN IPv6	Status
<input type="checkbox"/> 1	3	SIP Line, LTPS, PD, Gateway (SIPGw)	-	10.20.0.200	-	Synchronized

Show: Nodes Component servers and cards IPv6 address

Obrázek 31 - Připravený Node 1

V novém Node se nastaví parametry pro hlasovou bránu včetně kodeků, QoS, LAN, SNMP (Simple Network Management Protocol), zóny, SIP Line.

Pokud uděláme jakoukoliv změnu nastavení v Node, je nutné tuto konfiguraci sesynchronizovat s Call serverem telekomunikačního systému, který se nachází přímo v CS1000M. Do této doby se změna v systému neprojeví a ostatní komponenty tuto aktuální konfiguraci nemají. Nastavení jednotlivého Node se ukládá do adresáře Call serveru telekomunikačního systému, a proto je nutné provádět po každé změně synchronizaci.

4.4.5 Vytvoření IP zón v Pbx a Signeling Serveru

V Pbx je potřeba připravit různé zóny pro VoIP provoz. V současné době by nám stačila pouze jedna zóna vzhledem k testovacímu provozu, ale pro budoucí rozšíření je dobré počítat již se segmentací pro jednotlivé druhy provozu. Zóny budou následně také konfigurovány v System manageru (použitý kodek, priorita). Nastavíme celkem tři zóny, které připravíme pro komunikaci mezi VoIP telefonními přístroji, na média kartách a pro

SIP provoz. Nastavení provedeme v CLI (Commnad Line Interface) v LD 117 a to následujícími příkazy:

```
>LD 117
=> new zone 1
Zone Table created
Zone 1 added. Total number of zones = 1
=> new zone 100
Zone 100 added. Total number of zones = 2
=> new zone 200
Zone 200 added. Total number of zones = 3
```

V System manageru se nám zobrazí tři zóny, u kterých následně nastavíme další parametry (popis, použitý kodek, nastavení pro komunikaci v rámci zóny a mezi zónami). Přehled vytvořených VoIP zón je zobrazen na obrázku 32.

Bandwidth Zones

<input type="button" value="Add..."/> <input type="button" value="Edit..."/> <input type="button" value="Import..."/> <input type="button" value="Export"/> <input type="button" value="Maintenance..."/> <input type="button" value="Delete"/> <input type="button" value="Refresh"/>									
Zone ▲	Intrazone Bandwidth	Intrazone Strategy	Interzone Bandwidth	Interzone Strategy	Resource Type	Zone Intent	Description	Location Name	Reserved BW Block Size
1○ 1	1000000	BQ	1000000	BQ	SHARED	MO	MEDIACARDS		0
2○ 100	1000000	BQ	1000000	BQ	SHARED	MO	IPTLEFONY		0
3○ 200	1000000	BQ	1000000	BQ	SHARED	VTRK	SIP		0

Obrázek 32 - Zobrazení přehledu VoIP zón

Vzhledem k tomu, že VoIP telefonie se bude využívat v rámci podnikové datové sítě, tak strategii pro volání v rámci zóny (Interzone) a mezi zónami (Intrazone) nastavíme na BQ (Best Quality) a Resource Type nastavíme na sdílené pásmo (SHARED). Znamená to, že VoIP provoz bude používat nejlepší kodek G.711 a v případě překročení přiřazené šířky pásma může tato zóna poskytnout své nevyužité pásmo pro SIP nebo média karty. Další možností by bylo vybrat strategii BB (Best Bandwidth), která nejdříve pro provoz vybírá kodek s největší úsporou přenosového pásma (například G.729) a pokud ten není podporovaný, tak vybírá další kodek v pořadí. Celkové pásmo pro volání v zóně (Interzone Bandwidth) a mezi zónou (Intrazone Bandwidth) je nastaveno na 1 000 000 kb/s. Toto nastavení je platné i pro ostatní zóny. Zobrazení VoIP zóny je na obrázku 33.

Zone Basic Property and Bandwidth Management

Input Description	Input Value
Zone Number (ZONE):	100 (1 - 8000)
Intrazone Bandwidth (INTRA_BW):	1000000 (0 - 10000000)
Intrazone Strategy (INTRA_STGY):	Best Quality (BQ) ▼
Interzone Bandwidth (INTER_BW):	1000000 (0 - 10000000)
Interzone Strategy (INTER_STGY):	Best Quality (BQ) ▼
Resource Type (RES_TYPE):	Shared (SHARED) ▼
Zone Intent (ZBRN):	MO (MO) ▼
Description (ZDES):	IPTELEFONY
Location Name (ZNAME):	
Reserved BW Block Size (RESERVED_BW_SIZE):	0 (200 - 9999999)

Obrázek 33 - Zobrazení VoIP zóny100 pro IP telefonny

4.4.6 Příprava média karty v Pbx

Dodaná média karty mají označení MC32S. MC znamená Media Card, 32 je označení pro možnost využití až 32 kanálů a označení S znamená Security pro možnost používat zabezpečené komunikace. Starší typ karet neměl označení S a tak je nebylo možné použít v zabezpečeném módu. Pro tyto karty musíme nejdříve v systému telefonní ústředny připravit místo. Dle výpisu z ústředny a vizuální kontroly jsme vybrali dva sloty, které jsou volné a zároveň jsou umístěny v jiných částech telefonní ústředny. Jsou to terminálové pozice 20 1 8 a 52 1 7. První číslo znamená číslo loopu, druhé je číslo shelfu (vany) a třetí znamená pořadové číslo karty v shelfu. Různě umístěné karty v pozicích systému mají výhodu, že při výpadku jednoho shelfu (například odpojení shelfu od centrálního řízení v důsledku poruchy v komunikaci nebo zdroji) může provoz IP/TDM dále fungovat přes druhou nakonfigurovanou kartu. Média karty pouze zabezpečují komunikaci a přenos provozu mezi IP částí a TDM segmentem systému. Při výpadku těchto karet nebude možné realizovat volání do TDM části, ale komunikace mezi IP telefonními přístroji bude zachována. Po zapojení karty do slotů ústředny je nutné každou kartu připojit do sítě ELAN a TLAN. Kanály pro kartu MC32 se konfiguruje jako Trunky v terminálu ústředny přes CLI v LD 14 viz následující příkazy.


```
LD 14
NEW 32 <- vytvoření 32 kanálů
VGV 20 1 8 0 <- TN pozice první média karty
MC 32
ZONA 1 <- zóna 1 připravená      pro média karty
CUST 0
```

Nově dodaná media karta od výrobce nemá nastavenou IP adresu, firmware a nemá možnost jak komunikovat se systémem. Přes GUI (Graphical User Interface – grafické uživatelské rozhraní) System manageru nastavíme pro media kartu ELAN, TLAN a MAC adresu. Následně média kartu sesynchronizujeme se systémem, a pokud je karta správně nakonfigurovaná, tak nám přiřadí ELAN a TLAN adresu, kterou jsme zadali při konfiguraci, a nahraje aktuální firmware. Pokud by média karta neobdržela TLAN adresu dle MAC adresy, pak bychom se ke kartě museli připojit přímo sériovým rozhraním a ELAN adresu nastavit manuálně. Aktuální firmware bychom následně nahráli již z webového rozhraní. Probíhající aktualizaci firmware je také možné zkontrolovat vizuálně přímo na kartě – displej na kartě problikává až do ukončení aktualizace. Po nahrání loadware na média kartu provedeme synchronizaci média karty se systémem, jak je zobrazeno na obrázku 34.

Synchronize Configuration Files (Node ID <1>)

Synchronization in progress. Status will be updated automatically.

(You may also navigate away from this page and return to the [IP Telephony Nodes](#) list to verify completion.)

Start Sync		Cancel		Print Refresh	
Hostname	Type	Applications	Synchronization Status		
MC32S_1	Media Card	NONE	Sync in progress		
pbx-ss1	Signaling_Server	SIP Line, LTPS, Gateway (SIP/H323), PD, Presence Publisher, IP Media Services	Synchronized		

Obrázek 34 - Probíhající synchronizace Media karty

Pro kontrolu, zdali jsou všechny karty správně zaregistrovány, provedeme systémový příkaz v LD 20 STAT 20 1 8 a 52 1 7 a pokud je vše v pořádku, systém vypíše potvrzení, že jsou veškeré kanály registrovány (00 až 31).

```
>ld 20
REQ: stat 20 1 8
00 = UNIT 00 = IDLE          (TRK) (IPTN REG  )
01 = UNIT 01 = IDLE          (TRK) (IPTN REG  )
```

02 = UNIT 02 = IDLE (TRK) (IPTN **REG**)
 03 = UNIT 03 = IDLE (TRK) (IPTN **REG**)
 04 = UNIT 04 = IDLE (TRK) (IPTN **REG**)
 ...
 29 = UNIT 29 = IDLE (TRK) (IPTN **REG**)
 30 = UNIT 30 = IDLE (TRK) (IPTN **REG**)
 31 = UNIT 31 = IDLE (TRK) (IPTN **REG**)

Na obrázku 35 je zobrazeno nastavení Node ID 1. Hlavní IP adresa pro Node je 10.20.0.200, která se nastavuje v konfiguraci telefonních přístrojů pro registraci, autentizaci a autorizaci. Node tvoří dvě média karty a jeden Signaling server, který je hlavním řídicím komponentem (Leader) pro celý Node. Zadaná IP adresa Call serveru 10.80.7.90 umožňuje Signaling serveru komunikaci s telefonní ústřednou, kde je nastaven číselnicí plán, oprávnění pro uživatele, trunková spojení, pravidla volby a další nastavení, která jsou důležitá pro vytvoření, udržení a zakončení jednotlivých spojení.

Node Details (ID: 1 - SIP Line, LTPS, PD, Gateway (SIPGw))

Node ID: * (0-9999)

Call server IP address: *

TLAN address type: IPv4 only
 IPv4 and IPv6

Embedded LAN (ELAN)
 Gateway IP address: *
 Subnet mask: *

Telephony LAN (TLAN)
 Node IPv4 address: *
 Subnet mask: *
 Node IPv6 address:

IP Telephony Node Properties

- [Voice Gateway \(VGW\) and Codecs](#)
- [Quality of Service \(QoS\)](#)
- [LAN](#)
- [SNTP](#)
- [Numbering Zones](#)
- [MCDN Alternative Routing Treatment \(MALT\) Causes](#)

Applications (click to edit configuration)

- [SIP Line](#)
- [Terminal Proxy Server \(TPS\)](#)
- [Gateway \(SIPGw\)](#)
- [Personal Directories \(PD\)](#)
- [Presence Publisher](#)
- [IP Media Services](#)

* Required Value.

Associated Signaling Servers & Cards

Select to add Print | Refresh

<input type="checkbox"/>	Hostname ^	Type	Deployed Applications	ELAN IP	TLAN IPv4	Role
<input type="checkbox"/>	MC32S_1	Media Card	NONE	10.80.7.203	10.20.0.203	Follower
<input type="checkbox"/>	MC32S_2	Media Card	NONE	10.80.7.205	10.20.0.205	Follower
<input type="checkbox"/>	pbx-ss1	Signaling_Server	SIP Line, LTPS, Gateway (SIP/H323), PD, Presence Publisher, IP Media Services	10.80.7.201	10.20.0.201	Leader

Show: IPv6 address

Note: Only server(s) that are not part of any other IP telephony node and deployed application(s) that match the service(s) selected for this node are available in the servers list.

Obrázek 35 - Přehled nakonfigurovaného Node včetně dvou média karet

Pro kontrolu nastavení Signaling serveru a média karet použijeme výpis z LD 117.

=> stat serv

```
NODE ELANIP          LDR  SRV          PBXLINK  HOSTNAME
ID                STATE
1   10. 80.7.201     YES  HP DL360G8      LINK UP  pbx-ss1.vop.cz
  APPS:      LTPS      VTRK      SLG
  PBXLINK DATE:  13/05/2015
  PBXLINK TIME:  10:10:22
  CONNECTID:    5388a48
APPLICATION NODE ID: 1
  Sets: [reg - 00001] [busy - 00000] [dvla - 00000]
  SIPL UEXT: [reg - 00000] [busy - 00000]
  VTRK: [reg - 00030] [busy - 00000]
  SIPL VTRK: [reg - 00000] [busy - 00000]
  IMSL VTRK: [reg - 00000] [busy - 00000]
  SIGNALLING SERVER CAPACITY (SSRC): 4096
    Type: HP DL360G8
    Location: 0 0 0
    Product Eng.Code: NTDXXXXXXX
    Serial Number: CZ2612THER
    Memory Size: 16384 MB
    Disk Size 279 GB

1   10.80.7.203     YES  MC32S          LINK UP  MC32S_1
  APPS:      VGW
  PBXLINK DATE:  13/05/2015
  PBXLINK TIME:  10:13:52
  CONNECTID:    5387448
  VGWs: [reg - 00032] [busy - 00000]

1   10.80.7.205     NO   MC32S          LINK UP  MC32S_2
  APPS:      VGW
  PBXLINK DATE:  13/05/2015
  PBXLINK TIME:  10:12:48
  CONNECTID:    5321b48
  VGWs: [reg - 00032] [busy - 00000]
```

Z výpisu je možné vyčíst IP adresy Signaling serveru, média karty, LINK UP, zdali jsou komponenty aktivní, datum a čas spuštění, typ serveru, kapacitu disku.

Při instalaci první média karty jsme jí zapoměli přidat do Security domény System manageru. Z toho důvodu jsme nemohli provést synchronizaci s konfigurací připravenou v Nodu. Na média kartě se neotevíral socket pro příjem nastavení. Telekomunikační systém vypisoval hlášku ELAN009.

```
ELAN009 ELAN 0 host IP=10.80.0.203 disabled, write to socket
  fail due to far end disconnect or Ethernet problems
```

Na základě této informace jsme kartu přidali do Security domény a synchronizace proběhla již v pořádku.

Do Security domény se zařízení přidávají buď z LD 117 příkazem REG UCM SYS a dále se zadá IP adresa hlavního Security serveru nebo je možné se připojit na rozhraní karty a přes příkaz joinSecDomain se zařízení přidá lokálně. Během registrace média karty přes LD 117 registrace karty selhala, tak bylo nutné kartu přidat do Security domény lokálně.

4.4.7 Konfigurace IP telefonu

IP telefon bude využívat virtuální pozici ze systému ústředny a tak pro tento účel vytvoříme v LD 97 nový virtuální Superloop, který bude mít kapacitu pro 1024 pozic.

```
LD 97
REQ chg
TYPE supl
SUPL v244

SUPL  SUPT  SLOT  XPEC0   XPEC1   SHLF   ZONE0/1  IPR0/1
 244  ----  ----  VIRTUAL  --  -  -  ---  ---  -  ---  -----
```

Pro naprogramování VoIP telefonního přístroje využijeme nový virtuální Superloop č. 240. Digitální telefonní přístroje používají jiná čísla loopů jako například č. 28, 56 dle konfigurace systému. Phantomové virtuální pozice, které se používají jako virtuální analogové nebo telefonní linky, mají vyhrazený loop č. 156. Tyto phantomové pozice mohou například sloužit k trvalému přesměrování vnitřní linky na mobilní telefon nebo na jinou pobočku. VoIP telefonní přístroj od společnosti AVAYA s proprietárním

protokolem Unistim se programuje téměř identicky jako digitální telefonní přístroj AVAYA, ale s tím rozdílem, že především v nastavení VoIP telefonního přístroje je zde navíc prompt ZONE k začlenění telefonního přístroje do síťové zóny (definované v LD 117 a v Element manageru, jak bylo zmíněno již dříve). Pro plánovaný provoz bylo naprogramováno 10 telefonních přístrojů od společnosti AVAYA typových řad 1230 a 1140E. V následujícím výpisu telefonního přístroje 1140E jsou zvýrazněny důležité prompty pro nastavení.

```

DES 1140
TN 244 0 00 02 VIRTUAL <- Terminálová virtuální pozice v PBX
TYPE 1140 <- Typ přístroje
CDEN 8D
CTYP XDLC
CUST 0 <- Segment pobočkové sítě (může být více virtuálních
NUID pobočkových ústředen s nezávislým číslovacím plánem
NHTN a nastavením na jednom fyzickém prostředí např. CUST 1)
CFG_ZONE 00100 <- Číslo zóny pro IP telefony
CUR_ZONE 00100
MRT
ERL 0
ECL 0
FDN
TGAR 0
LDN NO
NCOS 6 <- číslo oprávnění pro volání na veškerá tel. čísla kromě drahých
SGRP 0 služeb
RNPG 0
SCI 0
SSU 0251
LNRS 16
XLST 0
SCPW 0000
SFLT NO
CAC_MFC 0
CLS TLD FBD WTA LPR MTD FNA HTD ADD HFA CRPA <- v CLS se nastavují
MWA LMPN RMMD AAD IMD XHD IRA NIA OLA VCE DRG1 systémové služby
POD SLKD CCSD SWD LNA CNDA
CFTD SFD MRD DDV CNID CDCA MSID DAPA BFED RCB

```

ICDA CDMD MCTD CLBD AUTU
 GPUA DPUA DNDA CFXA ARHD CLTD ASCD
 ABDD CFHD FICD NAID BUZZ AGRD MOAD
 UDI RCC HBTD AHA IPND DDGA NAMA MIND PRSD NRWD NRCD NROD
 DRDD EXR0
 USRD ULAD RTDD RBDD RBHD PGND OCBD FLXD FTTC DNDY DNO3 MCBN
 FDSO NOVD VOLA VOUD CDMR PRED RECD MCDD T87D SBMD
 KEM3 MSNV FRA OKCH MUTA MWTD DVLD CROD ELCD VMSA
 CPND_LANG ROM
 RCO 0
 HUNT
 LPK 0
 PLEV 02
 PUID
 UPWD
 DANI NO
 AST
 IAPG 0
 AACS NO
 ITNA NO
 DGRP
 MLWU_LANG 0
 MLNG CZE
 DNDR 0
KEY 00 SCR 1116 0 MARP <- číslo hlavní kmenové linky
01 ADL 16 <- tlačítka pro uložení cílové volby
 02 ADL 16
 03 ADL 16
 04 ADL 16
 05 ADL 16
 06 ADL 16
 07 ADL 16
 08 ADL 16
 09 ADL 16
 10 ADL 16
 11 ADL 16
 12
 13
 14

```

15
16
17 TRN <- tlačítko pro předání hovoru
18 AO6 <- tlačítko konferenčního hovoru pro max. 6 účastníků
19 CFW 16 <- možnost přesměrování na tel. číslo o max. délce 16
20 RGA          znaků
21 PRK
22 RNP
23
24 PRS
25 CHG
26 CPN
27
28
29
30
31
DATE 29 JUN 2015 <- datum poslední úpravy na konfiguraci tel. pobočky

```

U telefonního přístroje byl problém se zobrazením telefonních čísel u uskutečněných a nepřijatých volání, které se u standardních TDM telefonů zobrazovalo. Bylo nutné tuto službu aktivovat v rozhraní Signaling serveru v sekci IP Telephony Node Properties - Personal Directory - Enable service on this node a v hlavní položce Personal Directory zadat IP adresu Signaling serveru (tato položka nebyla nastavena). Po této rekonfiguraci již telefonní přístroj navázal spojení s externím adresářem a položky v seznamu se zobrazovaly.

4.4.8 Konfigurace SIP telefonu

V CDP (Customer Data Block) v LD 15 je potřeba nastavit prompt SIPL (SIP line) na zapnuto nebo přes webové rozhraní v Element manageru v sekci Gateway(SIPGw) zatrhnout položku Enable gateway service on this node. V CDP jsou definované hlavní parametry pro celý komunikační systém. Dále potřebujeme vytvořit virtuální dch (data channel - datový kanál) mezi Signaling serverem a Call serverem, který nám umožní zasílat signalizační, stavové informace vzájemně mezi sebou. Tento datový kanál pak můžeme použít i pro SIP trunk. Další podmínkou je vytvoření route, která bude využívat tento naprogramovaný datový kanál. Route nám slouží ke směrování hovorů na základě

nastavení čísel v číslovacím plánu telekomunikačního systému. Následně vytvoříme ELAN pro tuto SIPL v LD 17 (stav spojení lze zobrazit v LD 48). Zvolili jsme číslo ELAN 32, protože číslům od 16 do 31 se přiřazují fyzické komponenty (například pokud bychom připojovali kontaktní centrum AACC (Avaya Aura Contact Centrum) nebo Call Pilot) a od čísla 32 se zadávají virtuální aplikace jako například SIPLine. Dále ELAN 32 potřebujeme připojit na aplikační vrstvu a to provedeme pomocí VAS (Value Added Server) také v LD 17. Tím zajistíme navázání SIPL na aplikační vrstvě.

```
>ld 17
```

```
REQ chg
TYPE adan
ADAN new elan 32
CTYP elan
DES SIPL
```

```
>ld 17
```

```
REQ chg
TYPE vas
VAS new
VSID 32
ELAN 32
SECU no
INTL 0001
MCNT 9999
VSID
VAS
```

V LD 48 zkontrolujeme spojení ELAN. Z výpisu je vidět, že ELAN se připojila k Signaling serveru na IP adresu 10.80.7.201 a že je spojení nyní aktivní podle vypsaného promptu APPL ACTIVE.

```
>ld 48
```

```
.stat elan
```

```
SERVER TASK: DISABLED
ELAN #: 032 DES: SIPL
```



```
APPL_IP_ID: 10 .80 .7 .201 : 0000FB00 LYR7: ACTIVE EMPTY APPL ACTIVE
```

Kontrolu navázání spojení na straně telefonní ústředny provedeme v LD 96 příkazem STAT dch 200. Spojení je ve stavu EST (navázané) a ACT (aktivní) jak je zobrazeno níže.

```
ld 96
```

```
.stat dch 200  
DCH 200 : OPER          EST  ACTV  AUTO          DES : SIP
```

V závěru nastavíme potřebné hodnoty do konfigurace SIP telefonního přístroje v LD 20. Zkrácený výpis konfigurace s popisem důležitých parametrů je v následujícím výpisu. Kompletní výpis je částí přílohy č. 1.

```
REQ: prt  
TYPE: uext <- universal extension  
TN  
CUST 0  
SPWD  
UXTY  
DATE  
PAGE  
DES  
DES SIP3 <- popis  
TN 248 1 00 00 VIRTUAL <- Virtuální terminálová pozice  
TYPE UEXT <- universal extension  
CDEN 8D  
CTYP XDLC  
CUST 0  
UXTY SIPL  
MCCL YES  
SIPN 0  
SIP3 1  
FMCL 0  
TL SV 0  
SIPU sip11112 <- ID pro SIP Line uživatele  
NDID 4  
SUPR YES  
UXID  
NUID
```

```

NHTN
CFG_ZONE 00100 <- IP Zóna 100
CUR_ZONE 00100
MRT
ERL 0
ECL 0
VSIT NO
FDN
TGAR 0
LDN NO
NCOS 7 <- oprávnění k volání bez omezení (deklaruje se v LD 49)
SGRP 0
RNPG 0
SCI 0
SSU 0251
XLST 24
...
DGRP
MLWU_LANG 0
MLNG CZE
DNDR 0
KEY 00 SCR 1112 0 MARP <- hlavní SIP linka
01 HOT U 977008 MARP 0 <- pomocná linka, která se na tel. přístroji
02 nezobrazuje
03
04
...
30
31
DATE 25 MAY 2015

```

Kontrolu spojení na straně Signaling serveru můžeme provádět pomocí Linuxových příkazů `pbxLinkShow` (status spojení mezi Call Serverem a Signaling serverem), `SIPGwShow tSSG` (status SIP trunku), `SIPGwShow Tslg` (status SIP Line), `vtркShow` (status datového kanálu na straně Signaling serveru) přímo přes příkazový řádek Signaling serveru. Dále nakonfigurujeme `dch` pro SIP (bude sloužit pro SIP Line a SIP trunky) v LD

17 a vytvoříme RDB (Route Data Block) v LD 16, který bude sloužit pro směrování hovorů pro SIP Line.

Výpis konfigurace datového kanálu 200 pro SIP spojení (SIP Line a SIP trunky)

```
ADAN      DCH 200 <- Data Chanel 200
CTYP DCIP
DES SIP
USR ISLD
ISLM 4000
SSRC 3700
OTBF 127
NASA YES
IFC SL1
CNEG 1
RLS ID 7
RCAP ND2 TAT
MBGA NO
H323
OVLN YES
OVLS YES
OVLN 1
```

Výpis zkrácené verze nastavení RDB (Route Data Block) route 100 pro SIP Line v LD 21. Nezkrácený výpis je v příloze č. 2.

```
TYPE RDB
CUST 00
ROUT 100
DES SIPL_CUST_0
TKTP TIE
NPID_TBL_NUM 0
ESN NO
RPA NO
CNVT NO
SAT NO
RCLS EXT
VTRK YES
ZONE 00200
```

```
PCID SIPL
CRID NO
NODE 1 <- NODE číslo 1
DTRK NO
...
```

Následně vytvoříme kanály pro RDB 100 pro SIP Line.

```
>LD 14
REQ new 10
TYPE ipti <- IP trunk
TN 248 0 10 0
DES sipl_cust0
XTRK vtrk <- Virtual trunk
CUST 0
NCOS 7
RTMB 100 1
CHID 100
INC
MNDN
TGAR 0
LDOP
TIMP
AUTO_BIMP
STRI wnk
STRO wnk
SUPN yes
AST
CLS unr dtn
TKID
```

```
NEW TRK   TN 248 0 10 00   RT 100   MB 1   CHID 100
NEW TRK   TN 248 0 10 01   RT 100   MB 2   CHID 101
NEW TRK   TN 248 0 10 02   RT 100   MB 3   CHID 102
...
NEW TRK   TN 248 0 10 09   RT 100   MB 10  CHID 109
```

Kompletní výpis vytvořených kanálů pro SIP Line je v příloze č. 3.

4.4.9 Konfigurace SIP trunku na napojení na Mediation server

Pro nastavení použijeme dch 200, který jsme vytvořili obecně pro SIP komunikaci. Pro SIP trunk musíme vytvořit nový RDB, který použijeme pro směrování trunků pro SIP komunikaci (nemůžeme použít RDB pro SIPL, protože tento Route Data Block využívá jiné kanály). Vytvoříme 30 kanálů přes CLI (Command Line Interface) v LD 14 nebo případně přes webové rozhraní Element manageru. Pro RDB je možné vytvořit až 300 kanálů, ale v případě potřeby je možné počet kanálů i navýšit, ale k tomu je nutné zakoupit další licence.

Výpis RDB routy 200 pro SIP trunk, kterou jsme vytvořili v LD 16.

```
>ld 21

REQ: prt
TYPE: rdb
CUST 0
ROUT 200

TYPE RDB
CUST 00
ROUT 200 <- Rوتا 200
DES SIP <- Popis RDB na SIP pro snadnější pozdější orientaci
TKTP TIE
NPID_TBL_NUM 0
ESN NO
RPA NO
CNVT NO
SAT NO
RCLS EXT
VTRK YES
ZONE 00200 <- použitá zóna 200, kterou jsme dříve vytvořili v LD 117
PCID SIP
CRID NO
SBWM NO
NODE 1 <- Node 1
DTRK NO
...
```

Celý výpis RDB a konfigurace třiceti vytvořených kanálů pro SIP trunk je přiložen v příloze č. 4.

Dále vytvoříme RLI (Route List Index) v DL 86, který bude součástí směrovacího plánu. Zde definujeme, které vytvořené routy budou pod tímto Indexem a v jakém pořadí. V našem případě si připravíme RLI 200 a zde přiřadíme pouze RDB 200. Následně pro volání na Mediation server (Lync 2013) vybereme z číslovacího plánu telekomunikačního systému volný volací kód, který bude účastník vytáčet pro tento přístup z PBX CS 1000M. Zvolili jsme volný kód 26. Tento kód musíme nasměrovat v LD 87 na nový připravený RLI 200. V nastavení LD 87 nakonfigurujeme kolik čísel je možné účastníkem po volbě kódu 26 zadat a zdali má dojít po volbě čísla ke konverzi, například k umazání prvních dvou čísel. V konfiguraci ponecháme číslo bez úprav, tzn. že na Mediation server budeme posílat číslo bez konverze například 2627. Dále je zobrazen výpis nastaveného volacího plánu a Route List Indexu pro směrové číslo 26 (volání na Lync uživatele).

```
>ld 87
REQ prt
CUST 0
FEAT cdp <- Coordinated Dialing Plan (koordinovaný plán vytáčení)
TYPE dsc <- Distant Steering Code (vzdálený řídicí kód)
DSC 260

DSC 26 <- zadané směrované číslo
FLEN 4
DSP DN
RRPA NO
RLI 200 <- Route List Index
NPA
NXX

>ld 86
REQ prt
CUST 0
FEAT rlb
RLI 200
```

```

RLI 200 <- Route List Index
ELC NO
ENTR 0
LTER NO
ROUT 200 <- číslo route RDB, která byla již vytvořená dříve
TOD 0 ON 1 ON 2 ON 3 ON
      4 ON 5 ON 6 ON 7 ON
VNS NO
SCNV NO
CNV NO
EXP NO
FRL 0
DMI 200 <- odkaz na pravidlo 200 viz níže
CTBL 0
ISDM 0
FCI 0
FSNI 0
BNE NO
DORG NO
SBOC NRR
PROU 1
IDBB DBD
IOHQ NO
OHQ NO
CBQ NO
ISET 0
NALT 5
MFRL 0
OVLL 0

```

Výpis pravidla DMI (Digit Manipulation Index numbers) 200.

```

>ld 86
REQ prt
CUST 0
FEAT dgt
DMI 200

```

DMI 200 <- pravidlo pro konverzi čísla

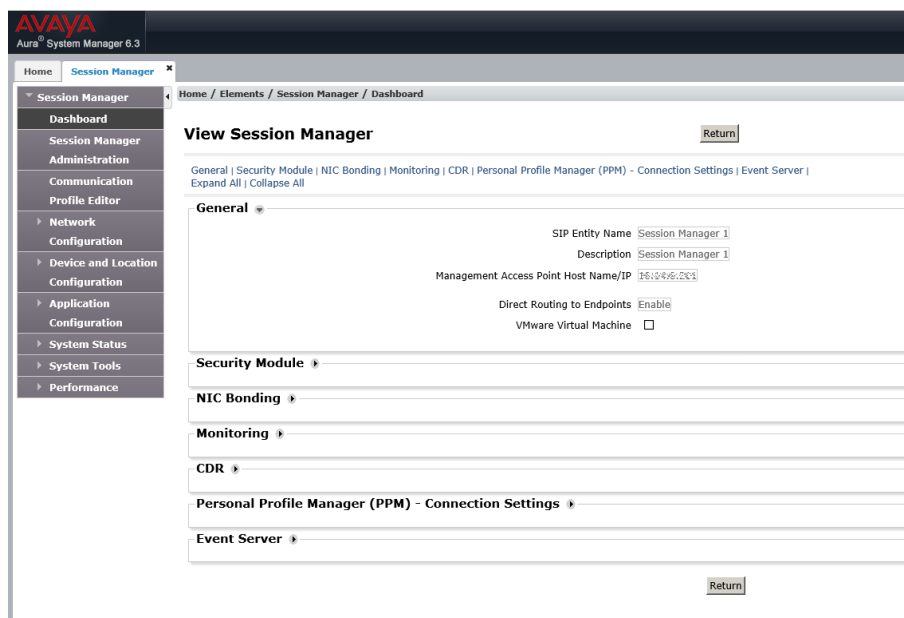
DEL 0 <- žádné číslo se neodstraňuje

ISPN NO

CTYP NCHG

4.4.9.1 Nastavení Session manageru

Přes rozhraní Systém manageru se přihlásíme do oblasti Routing, kde nejdříve v sekci Domain nastavíme doménu vop.cz, kterou později použijeme k přihlašování a registrování komponentů. Pro identifikaci logického nebo fyzického umístění SIP entit, které slouží k účelu řízení šířky pásma nebo směrování, nakonfigurujeme položku Location. Location bude vytvořena pro CS1000M a pro Mediation server (Lync 2013). Pro CS1000M zadáme jméno CS1000 a IP adresu 10.20.0.* (subnet 10.20.0) Logic Pattern ke zjištění polohy. Pro Mediation server vytvoříme Location MS Mediation server s IP adresou 10.80.23.* (subnet 10.80.23). Ostatní hodnoty necháme výchozí (Minimum Multimedia Bandwidth 64kb/s, Default Media Bandwidth 80kb/s), protože se jedná o interní provoz v rámci společnosti a nemusíme šířku pásma omezovat. Na obrázku 36 je zobrazen pohled na webové prostředí Session manageru.



Obrázek 36 - Session manager

V Adaptation modulu necháme defaultní (výchozí) nastavení CS1000 Adapter. V části SIP Entity budou nastaveny entity Session manager s location CS1000 (10.20.0.200), CS1000 s location CS1000 (10.20.0.200), Mediation server s location MS Mediation server

a FQDN lyncpool01.vop.cz. Jedná se o entity, které budou komunikovat v rámci Session manageru. Zobrazení nastavení pro MS Lync Mediation Server je vidět na obrázku 37.

SIP Entity Details Commit Cancel

General

* Name: MS Lync Mediation Server 1

* FQDN or IP Address: lyncpool01.vop.cz

Type: Other

Notes: Microsoft Lync

Adaptation:

Location: MS Mediation Server

Time Zone: Europe/Prague

* SIP Timer B/F (in seconds): 4

Credential name:

Call Detail Recording: none

CommProfile Type Preference:

Loop Detection

Loop Detection Mode: Off

SIP Link Monitoring

SIP Link Monitoring: Use Session Manager Configuration

Supports Call Admission Control:

Shared Bandwidth Manager:

Primary Session Manager Bandwidth Association:

Backup Session Manager Bandwidth Association:

Entity Links

Override Port & Transport with DNS SRV:

Add Remove

Obrázek 37 - SIP Entity Details pro spojení na Lync

V sekci SIP Entities vyplníme TLAN IP adresu ústředny CS1000, Location vyplníme dle připravené položky CS1000 (SIP Link monitoring: Use Session Manager Configuration, Time Zone: GMT+1) a zvolíme název pro toto nastavení.

SIP trunkové spojení mezi CS1000 a Session managerem je definováno v sekci Entity Links. Zde nastavíme obě entity SIP Entity 1 a 2, pro komunikaci se používá protokol TCP na portu 5060. Obdobné nastavení se Session managerem vytvoříme pro Mediation server s tím rozdílem, že zde povolíme port 5068. Zobrazená nastavení jsou na obrázku 38 a 39.

1 Item							
<input type="checkbox"/>	Name	SIP Entity 1	Protocol	Port	SIP Entity 2	DNS Override	Port
<input type="checkbox"/>	* Session Manager 1_C	* Session Manager 1	TCP	* 5060	* CS1000 Node 1	<input type="checkbox"/>	* 5060

Select : All, None

Obrázek 38 - Propojení Session manager a Node 1

1 Item							
<input type="checkbox"/>	Name	SIP Entity 1	Protocol	Port	SIP Entity 2	DNS Override	Port
<input type="checkbox"/>	* Session Manager 1_M	* Session Manager 1	TCP	* 5068	* MS Lync Mediation Server 1	<input type="checkbox"/>	* 5068

Select : All, None

Obrázek 39 - Propojení Session manager a Mediation server

V Routing policy definujeme podmínky, za kterých budou hovory směrovány do CS1000 a to buď ze SIP endpoint (SIP zařízení například VoIP telefonní přístroje) registrovaných k Session manageru nebo z jiného telekomunikačního systému. To samé můžeme také nastavit pro hovory směrované do Mediation serveru.

Dial Pattern slouží ke směrování hovorů podle volby telefonního čísla do příslušných SIP entit (z jakého umístění a do jakého segmentu se hovory mají nasměrovat). Volíme zde minimální požadovaný počet číslic nebo maximální počet číslic, než se provede volba. Pro Mediation server je nastavený Pattern 26, tzn. z jakékoliv destinace (využíváme pouze destinaci telekomunikačního systému CS1000) volba čísla 26 bude směrována na Mediation server, jak je zobrazeno na obrázku 40. Definujeme zde, že minimální počet volených čísel bude 2 a maximální počet bude 4.

Routing Policy Details Commit Cancel

General

* Name: MS Mediation Server 1_Rank 1
 Disabled:
 * Retries: 0
 Notes:

SIP Entity as Destination

Select

Name	FQDN or IP Address	Type	Notes
MS Lync Mediation Server 1	lyncpool01.vop.cz	Other	Microsoft Lync

Time of Day

Add Remove View Gaps/Overlaps

1 Item											
<input type="checkbox"/>	Ranking	Name	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Start Time	End Time
<input type="checkbox"/>	1	timeRange_7/24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	00:00	23:59

Select : All, None

Dial Patterns

Add Remove

1 Item							
<input type="checkbox"/>	Pattern	Min	Max	Emergency Call	SIP Domain	Originating Location	Notes
<input type="checkbox"/>	28	2	4	<input type="checkbox"/>	vop.cz	-ALL-	PhoneContext: cdp.udp

Select : All, None

Regular Expressions

Add Remove

0 Items				
<input type="checkbox"/>	Pattern	Rank Order	Deny	Notes

Obrázek 40 - Routing Policy detail pro Mediation server

Dále je zobrazeno nastavení směrování dle priority na jednotlivé IP adresy lyncpoolu01 na obrázku 41. Největší prioritu má IP adresa s prioritou 100. Pro spojení se upřednostňuje IP adresa před doménovým názvem a tak dochází k potlačení DNS záznamu.

Local Host Name Resolution

This page allows you to add, edit, or remove local host name entries. Host name entries on this page will override information provided by DNS.

Local Host Name Entries

New Edit Delete More Actions -

Host Name (FQDN)	IP Address	Port	Priority	Weight	Transport
<input type="checkbox"/> lyncpool01.vop.cz	10.80.0.71	5068	100	100	TCP
<input type="checkbox"/> lyncpool01.vop.cz	10.80.0.72	5068	200	100	TCP
<input type="checkbox"/> lyncpool01.vop.cz	10.80.0.73	5068	300	100	TCP

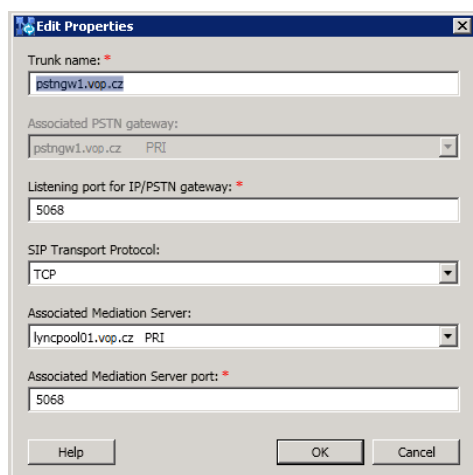
Select : All, None

Obrázek 41 - Prioritizace spojení na Mediation server (potlačení DNS)

4.4.10 Microsoft Lync 2013 – nastavení Mediation serveru

Vzhledem k tomu, že Lync 2013 zde již byl ve společnosti instalován, ale bez využívání Enterprise licencí, které umožňují volání do externích sítí. Bylo provedeno rozšíření na Lync 2013 o Enterprise licence vybraným uživatelům. Lync 2013 se dříve používal pouze k instant messagingu, zobrazování prezentace, posílání a sdílení dokumentů, ale nikoliv pro telekomunikační spojení.

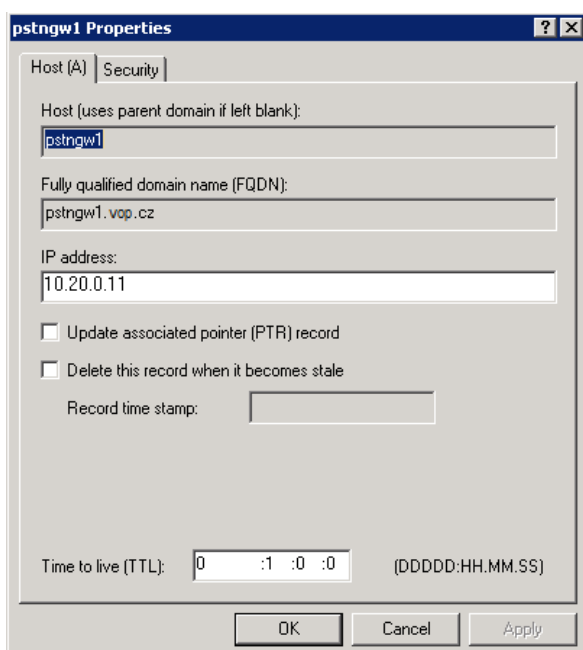
Front End server byl nakonfigurován tak, aby umožnil poskytování služeb role Mediation serveru, tzn. pro SIP napojení na systém AVAYA. Front End server wshlyncpool01.vop.cz byl nastaven v této konfiguraci: TLS port: 5067, TCP listening: 5068, Trunk: pstngw1.vop.cz, Gateway: pstngw1.vop.cz, Site: PRI. U PSTN Gatewaye, která zajišťuje spojení na pobočkový systém AVAYA, bylo nastaveno Route: yes, Trunk: pstngw1.vop.cz, Mediation server: wshlyncpool01.vop.cz.



Obrázek 42 - Nastavení Trunku pro Lync v Topology Builderu

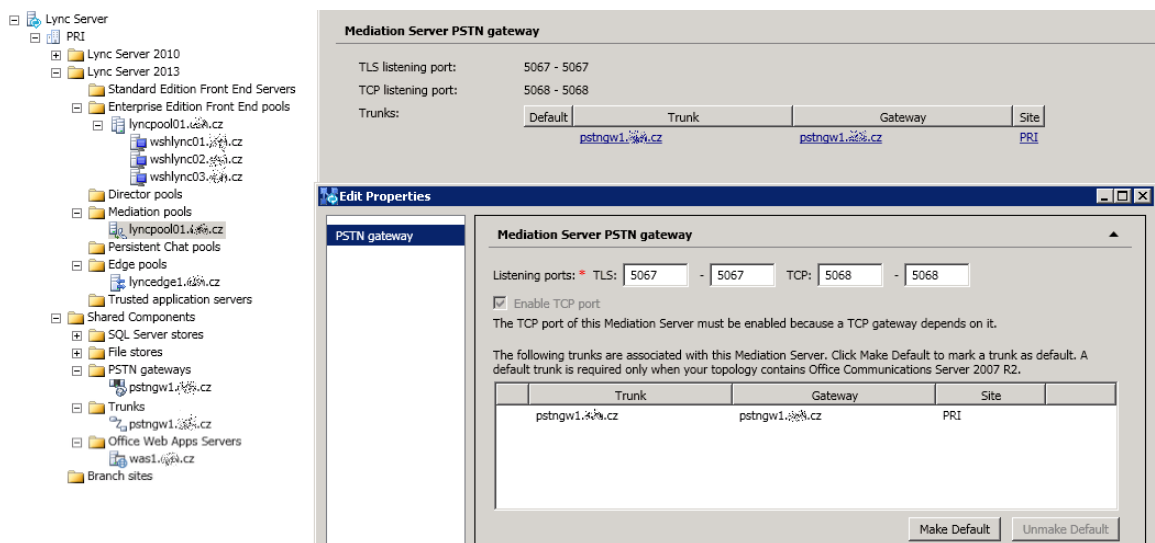
U PSTN Gateway se nastavilo pouze použití IPv4 (Enable IPv4 – Use all configured IP addresses), protože IPv6 se zatím ve společnosti nepoužívá.

Na interním DNS se nastavil A záznam pro tuto Gateway viz následující obrázek 43, tzn. že jménu pstngw1 je přiřazena určitá IP adresa. Tento mechanismus slouží k tomu, aby zařízení, které se dotazuje na určité jméno, dostalo od DNS umístění v síti díky IP adrese. V případě výměny serverů a změny IP adres se uživatel vždy díky DNS záznamu dostane k potřebnému zařízení. Tímto způsobem jsou v DNS připravené veškeré záznamy týkající se Lync 2013.



Obrázek 43 - Nastavení DNS záznamu pro Gateway

Celkové zobrazení topologie Lync Serveru 2013 s detailem na PSTN Gateway v Mediation serveru je zachyceno na obrázku 44. Na levé straně jsou zobrazeny jednotlivé role a na pravé straně lze vyčíst porty, které jsou vyhrazené pro Mediation server.



Obrázek 44 - Topology Builder – komponenty a nastavení Mediation serveru

Po nastavení potřebných změn v Topology Builderu se provede aktualizace nastavení do nového požadovaného stavu (pomocí Publish Typology).

4.4.11 Nastavení pravidel pro volání

V základním volacím plánu pro Lync infrastrukturu nejdříve vytvoříme normalizační pravidla, která převedou volací čísla z Lync klienta do mezinárodního formátu dle standardu E. 164 (technické doporučení ITU, které definuje číslovací plán používaný pro mezinárodní telekomunikační síť). K převodu čísel používáme regulární výrazy. V Lync Central Panelu je můžeme zobrazit v Voice Routing – Dial Plan – Global viz obrázek 45.

Associated Normalization Rules

Normalization rule	State	Pattern to match	Translation pattern
Czech Republic	Committed	^([123456789]\d{8})\$	+420\$1
Czech Republic (with 00420)	Committed	^00420(\d{9})\$	0\$1
Czech Republic (with 000420)	Committed	^000420(\d{9})\$	0\$1
Czech Republic (no zero)	Committed	^([123456789]\d{8})\$	+420\$1
International	Committed	^00(\d{5})\d+\$	+\$1
Emergency	Committed	^((0155\$) (0112\$) (0156\$))...	\$1
Emergency (no zero)	Committed	^((155\$) (112\$) (156\$) (158\$))...	0\$1
Normalized	Committed	^(+ \d{7})\d+\$	\$1

Obrázek 45 - Příklad normalizačních pravidel v Lync Central Panel

Dále nastavíme skupiny uživatelských oprávnění nazývané Voice policy pro různá volání, například interní volání, volání po České republice a mezinárodní volání. Všechny skupiny musí zároveň umožňovat volání na tísňové linky 112, 150, 155, 156, 158. V Lyncu jsou označeny jako UserPolicy0 až UserPolicy7. Tyto skupiny jsme převzali z pobočkové telefonní ústředny, jak je zobrazeno v tabulce 9.

Tabulka 9 - Skupiny oprávnění

Popis	Oprávnění CS 1000	Oprávnění Lync 2013
Pouze v rámci společnosti	NCOS 0	UserPolicy0
Praha	NCOS 1	UserPolicy1
ČR bez mobilů a drahých služeb	NCOS 2	UserPolicy2
ČR bez omezení	NCOS 3	UserPolicy3
ČR bez drahých služeb	NCOS 4	UserPolicy4
Svět bez drahých služeb	NCOS 6	UserPolicy6
Svět bez omezení	NCOS 7	UserPolicy7

Name	Scope	PSTN usage	State
Global	Global	Emergency Services	Committed
UserPolicy0	User	Emergency Services	Committed
UserPolicy1	User	CZ Prague Landlines, Emergency Services	Committed
UserPolicy2	User	CZ Prague Landlines, CZ Landlines, Emergency Services	Committed
UserPolicy3	User	CZ Prague Landlines, CZ Landlines, CZ Mobile Phones, CZ Premium Services, Emergency Services	Committed
UserPolicy4	User	CZ Prague Landlines, CZ Landlines, CZ Mobile Phones, Emergency Services	Committed
UserPolicy6	User	CZ Prague Landlines, CZ Landlines, CZ Mobile Phones, INT All International Calls, Emergency Services	Committed
UserPolicy7	User	CZ Prague Landlines, CZ Landlines, CZ Mobile Phones, CZ Premium Services, INT All International Calls,...	Committed

Obrázek 46 - Nastavení Voice Policy v Lync 2013

Z obrázku 46 lze vyčíst, že čím větší uživatelské oprávnění (například UserPolicy7), tím více zahrnuje volacích skupin (Emergency Services, CZ Prague Landlines, CZ Mobile Phone atd.), které jsou definovány v nastavení Voice Routing – Route. Položka, která je zamaskovaná, označuje název pro místní volání pouze v rámci organizace. Dále potřebujeme nastavit spojení Rout na stávající ústřednu CS1000. Konfiguraci provedeme v Voice Routing – Route. Nakonfigurujeme jednotlivá pravidla opět pomocí regulárních výrazů. Budeme mít vytvořeno 7 volacích skupin viz obrázek 47, které následně přiřadíme

jednotlivým uživatelským oprávněním UserPolicy0-7. Veškeré uvedené záznamy budou mít nastavenou odchozí PstnGateway: pstngw1.vop.cz.

Name	State	PSTN usage	Pattern to match
RT CZ PRG	Committed	PRG	^+4202:5{[0]}d{3}\$
RT CZ Prague Landlines	Committed	CZ Prague Landlines	^((+420)2(d{2})(([*1]?=1))d{1})(d{1}[*?<=1]1))d{4}\$
RT CZ Landlines	Committed	CZ Landlines	^+420([123458]d{8})\$
RT CZ Mobile Phones	Committed	CZ Mobile Phones	^(+42060[*9]d{6}\$)((+4207[0-8][0-9]d{6}\$)((+42060[*9]d{6}\$)((+42079[0-9]d{2,6}\$)((+42090[0-9]d{2,6}\$)((+420976d{2,6}\$
RT CZ Premium Services	Committed	CZ Premium Services	^(+42079[0-9]d{2,6}\$)((+42090[0-9]d{2,6}\$)((+420976d{2,6}\$
RT International	Committed	INT All International Calls	^([*][4][2][0])d{6,9}\$
RT CZ Emergency Services	Committed	Emergency Services	^((0155\$)((0112\$)((0156\$)((0158\$)((0150\$))

Obrázek 47 - Seznam volacích skupin

Edit Voice Route - RT CZ Landlines

Scope:
Name: *
RT CZ Landlines

Description:

Build a Pattern to Match
Add the starting digits that you want this route to handle, or create the expression manually by clicking Edit.

The builder does not support advanced regular expressions. To start using the builder, click Reset. To modify the regular expression manually, click Edit.

Starting digits for numbers that you want to allow:

Match this pattern: *
^+420([123458]d{8})\$

Associated trunks:
PstnGateway:pstngw1.cal.cz

Associated PSTN Usages:
CZ Landlines

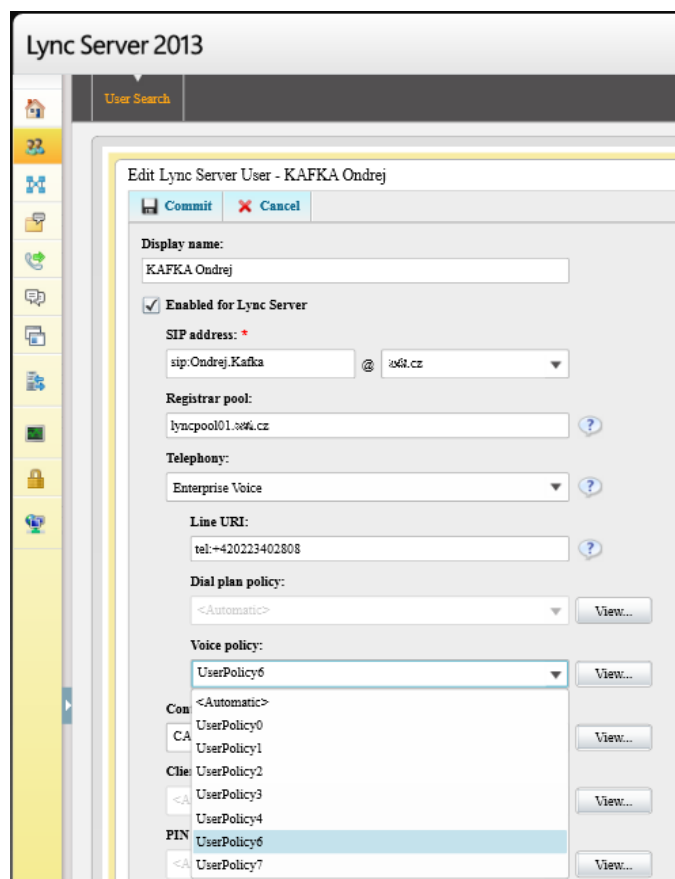
Associated voice policies:
UserPolicy2, UserPolicy3, UserPo

Obrázek 48 - Detailní nastavení routy pro ČR pevné linky

Na obrázku 48 je zobrazeno detailní nastavení routy pro Českou republiku. Pro volání směrem do pobočkové ústředny nastavíme pravidla v Trunk configuration ke konverzi čísel tak, abychom do Session manageru (AVAYA) přijmuli buď 4 místné pobočky nebo volání do veřejné sítě ve tvaru 0xxx xxx xxx pro volání v rámci ČR nebo 000xxx xxx xxx xxx pro uskutečnění mezinárodní volby. V tomto tvaru budou dále zpracovávána čísla v číslovacím plánu telekomunikačního systému CS1000 a buď číslo najde terminované v systému, nebo volbu přesměruje na veřejného operátora.

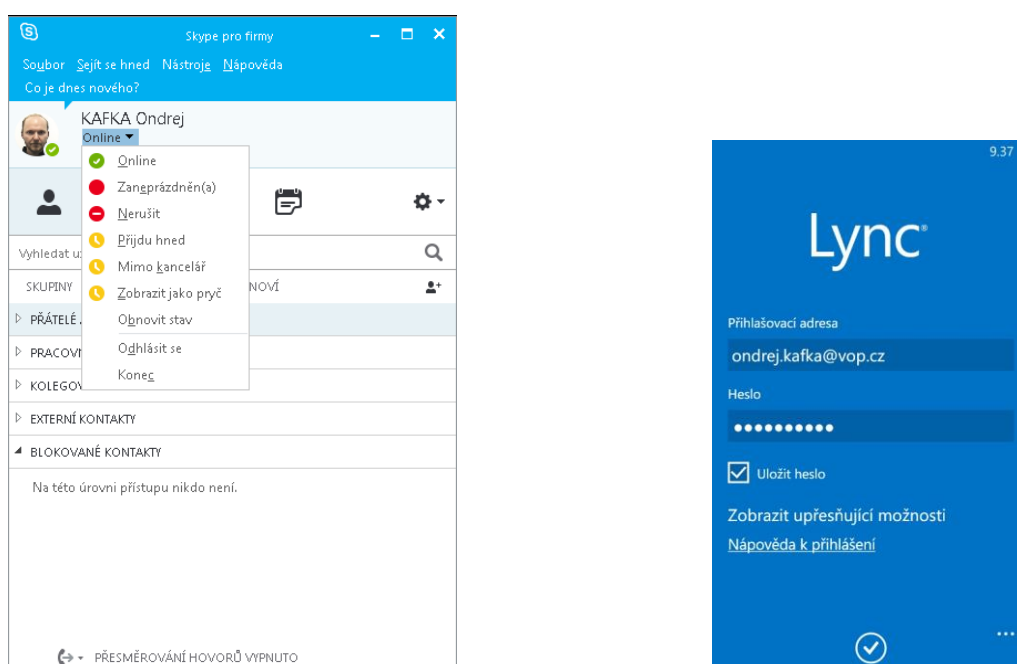
4.4.12 Konfigurace klientů

Lync uživatelé se standardně přidávají z Active Directory. V Lync Control Panel se nastaví SIP adresa například sip: ondrej.kafka@vop.cz, adresa pro registraci uživatele je lyncpool01.vop.cz, která se bude používat i pro další funkce spojení, druh používaného nastavení například pouze PC-to-PC nebo Enterprise Voice pro možnost volání do pobočkové sítě nebo do PSTN. V případě Enterprise Voice je možné přidat uživateli telefonní pobočku a dále nastavit další restriktce nebo oprávnění viz následující obrázek 49.



Obrázek 49 - Konfigurace uživatele

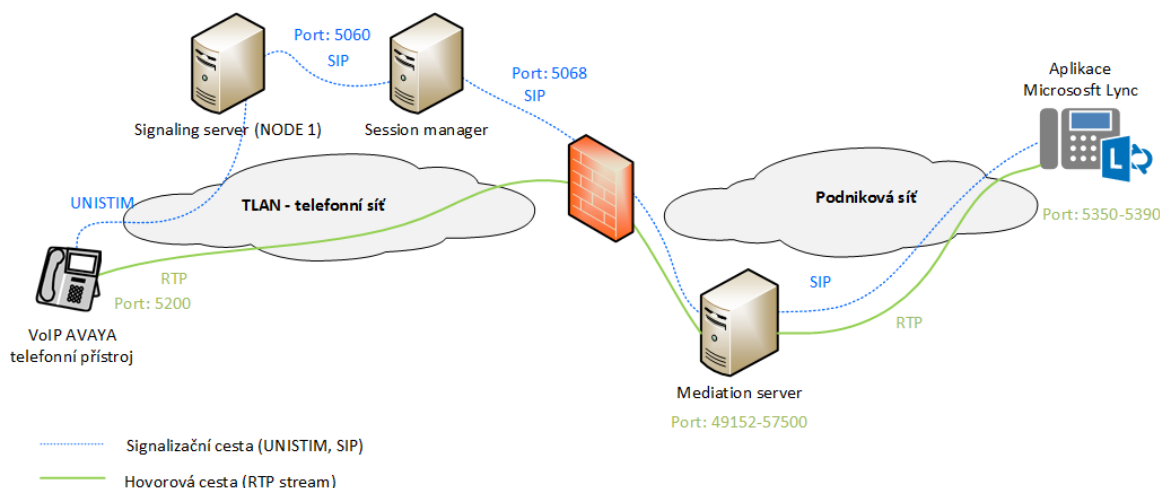
Po konfiguraci účtu s oprávnění Enterprise Voice již uživatelé mohou využívat ze svého počítače nebo mobilního přístroje rozšířené funkce jako je volání na administrativní nebo provozní pracoviště používající tradiční pobočkové telefony nebo volání na mobilní nebo pevné linky mimo organizaci. Nástupcem Lync 2013 je Skype for Business a jeho klienta je možné využít i pro starší verze. Vzhledem k tomu, že společnost využívá i server Edge, který zprostředkovává komunikaci z internetu do vnitřní sítě, je možné si nastavit i klienta v mobilním přístroji. Oba klienti jsou zobrazeni na obrázku 50. Po instalaci aplikace nastavíme přihlašovací adresu ve tvaru user@host například `ondrej.kafka@vop.cz` a heslo doménového účtu k ověření.



Obrázek 50 - Klient pro Skype for Business a pro Windows Phone Lync 2013

4.4.13 Povolení přístupů, bezpečnost a napájení telefonních přístrojů

Mezi sítěmi VLAN pro telekomunikační provoz a podnikovou sítí byly povoleny porty na firewallu v doporučeném rozsahu pro signalizaci a hlasový provoz. Tyto prostupy byly aktivované na serverech, které zajišťují IP telefonii na straně CS1000 a Mediation serveru na straně Lync 2013. Bez těchto přístupů by nebylo možné vzájemně komunikovat mezi systémy Lync 2013 a AVAYA. Komunikace mezi CS1000M a MS Lync pro VoIP telefonní přístroje je zobrazena na obrázku 51.



Obrázek 51 - Signalizační a hovorová trasa mezi VoIP AVAYA a MS Lync

Bezpečnost VoIP sítě byla řešena pomocí vyčleněné VLAN určené pouze pro IP telefonii. Pro VoIP komunikaci byla vyčleněna podsít' třídy B v adresovém rozsahu 10.20.0.0 až 10.20.255.255. Nastavení tohoto segmentu umožnilo oddělení IP provozu od ostatního datového provozu v podnikové síti. Komunikace s ostatními částmi sítě nebo s jinými zařízeními je povolena pouze po přidání nových pravidel do firewallu, který zabezpečuje ochranu sítě.

Napájení telefonních přístrojů bylo zajištěno pomocí PoE (Power Over Ethernet), které podporují současné switche od společnosti Enterasys B3G124-24P nebo Enterasys B3G124-48P zapojené v IDF (Intermediate Distribution Frame), ze kterých jsou napojeny IP telefonní přístroje Avaya. Telefonní přístroje Snom ve vzdálených lokalitách využívají napájecí adaptér na 230V z lokální elektrické sítě.

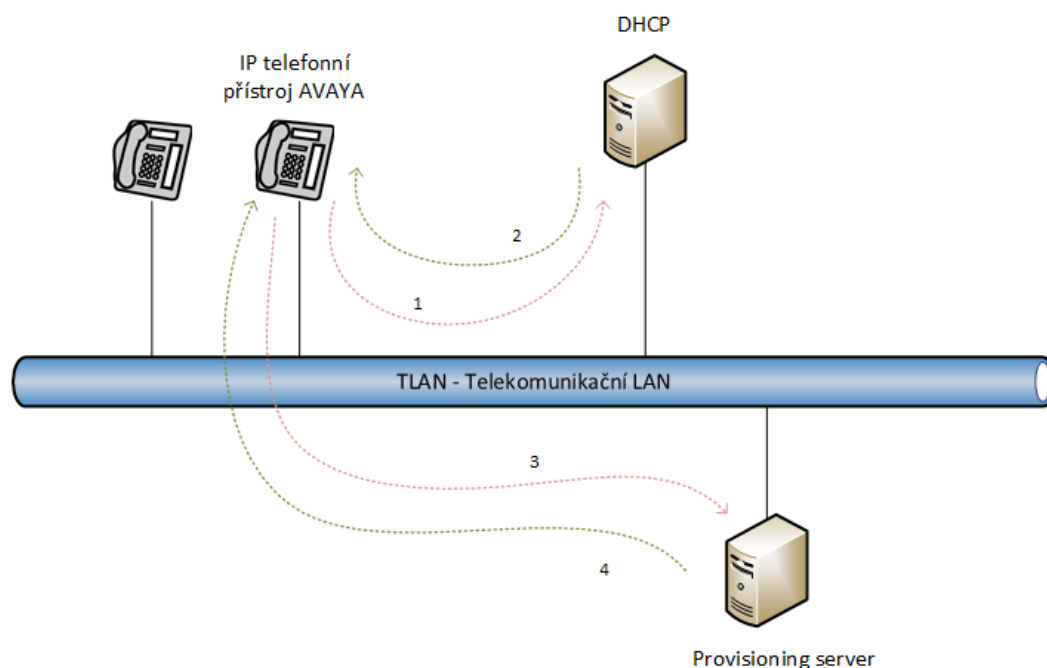
4.4.14 Řešení problémů při testování volání z Lync na AVAYA

Při testování volání z Lync 2013 na digitální aparáty AVAYA se vyskytl problém, který se projevoval zřetelným přerušováním během hovoru a někdy docházelo až k rozpojení spojení. Mezi telefony Lync 2013 a IP telefony AVAYA byl přenos stabilní. Z charakteru poruchy se dalo částečně rozpoznat, že by problém mohl být na straně média karet, přes které se převádí hlas z TDM do IP a obráceně. Po zachytávání (trace) testovacích hovorů přímo na Signaling serveru bylo možné rozpoznat, že k problému dochází právě na média kartách. Společností AVAYA bylo doporučeno nahrát nejnovější loadware na média karty. Po přehrání nejnovějšího loadware byl již přenos hovorových dat stabilní a k výpadku již

nedocházelo. Dalším problémem byl výpadek interní datové sítě, při kterém VoIP telefonní přístroje zapojené v oddělení IT ztratily konektivitu na Signaling server a problém trval až do vyřešení problému s datovou sítí. Na základě této poruchy se do oddělení přidaly dva digitální telefonní přístroje M3904, které využívají dedikovanou síť z pobočkové telefonní ústředny, a tak v případě výpadku sítě mohou posloužit jako záložní řešení. Díky tomu, že VoIP přístroje byly zapojeny ve skupině ACD (Automatic Call Distribution), stačilo tyto digitální přístroje přidat do této skupiny a při výpadku sítě je pouze aktivovat.

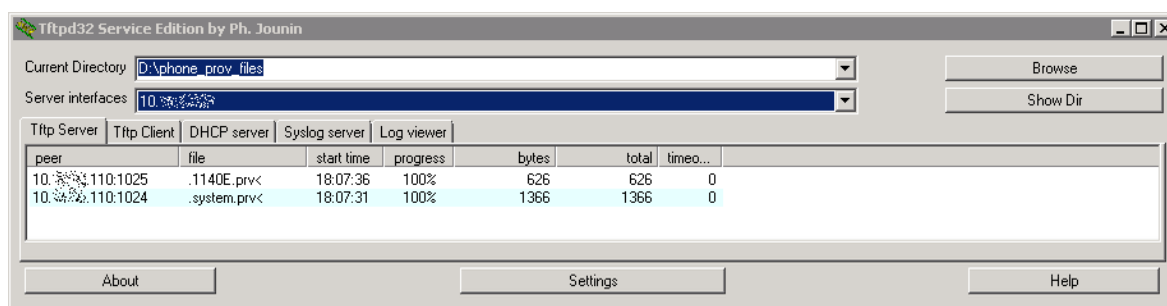
4.4.15 Nastavení Provisioning serveru pro VoIP telefonii

Z důvodu usnadnění správy nastavování VoIP telefonních přístrojů v datové síti organizace byl k tomuto účelu nakonfigurován vybraný virtuální server. Tento server byl již v síti zapojený k jiným provozním účelům, ale jeho volná kapacita dovolovala přidat provozování dalších služeb. Jednalo se o Windows Server 2008 R2 Standard, procesor Intel Xeon 2.40 GHz, dvouprocesorový. Na DHCP serveru, který se používá ke konfiguraci zařízení v síti, a který také zajistí poskytnutí konfiguračních dat pro VoIP telefony a zašle adresu Provisioning serveru, je nainstalován operační systém Linux. Schéma zapojení je na následujícím obrázku 52.



Obrázek 52 - Schéma zapojení Provisioning serveru

Po zapojení telefonního přístroje do sítě požádá DHCP server broadcastem o přidělení IP adresy. Na základě tohoto požadavku DHCP server přidělí telefonu IP adresu z určeného rozsahu, adresu DNS (Domain Name Server) a adresu Provisioning serveru. Připojí se k Provisioning serveru a na základě MAC adresy telefonu si stáhne konfigurační soubory System.prv (zajišťuje například nastavení kontrastu, jasu displeje), 1140e.prv (zabezpečí pro typ aparátu 1140 AVAYA nastavení TN, typ ústředny), headqrtr.prv (nastaví primární a sekundární server pro registraci a spojení, číslo portu 4100) a pokud je dostupný novější FW (Firmware), tak i 1140e.cfg (nastaví verzi FW a adresu serveru ke stažení). Procedura, která probíhá na TFTP serveru ve chvíli, kdy si zařízení nahrává potřebné soubory je zobrazena na obrázku 53.



Obrázek 53 - Provisioning server - nahrávání konfiguračních dat

Před zapojením telefonního přístroje do sítě bylo nutné telefonní přístroj nakonfigurovat v telekomunikačním systému AVAYA (přidělení čísla pobočky, IP zóny, TN a služeb) a dále zapsat MAC adresu přístroje na Provisioning server do souboru 1140e.prv včetně TN pozice.

DHCP server byl nastaven tak, aby po zapojení přístroje do datové sítě a vyslání broadcastu směrem k DHCP dokázal identifikovat přístroj. Podle zaslaných informací mu DHCP již přidělí nastavený rozsah adres. Ve skriptu se vytvořily čtyři třídy: nortel, avaya, snom a polycom vždy podle výrobce zařízení. Pro IP telefony Nortel a AVAYA je vyhrazen adresní rozsah 10.20.20.1 až 10.20.20.254, pro Snom je připraveno rozmezí adres od 10.20.21.1 do 10.20.21.30 a pro přístroje Polycom od 10.20.21.51 do 10.20.100.60. DHCP server všem uvedeným zařízením zašle konfiguraci podsítě, výchozí bránu, adresu DNS, doménu, adresu Provisioning serveru 10.20.100.200 a NTP serveru kromě zařízení Snom, který má NTP adresu nastavenou již v defaultní konfiguraci na adresu v internetu. Použitý skript pro DHCP server je v příloze č. 6.

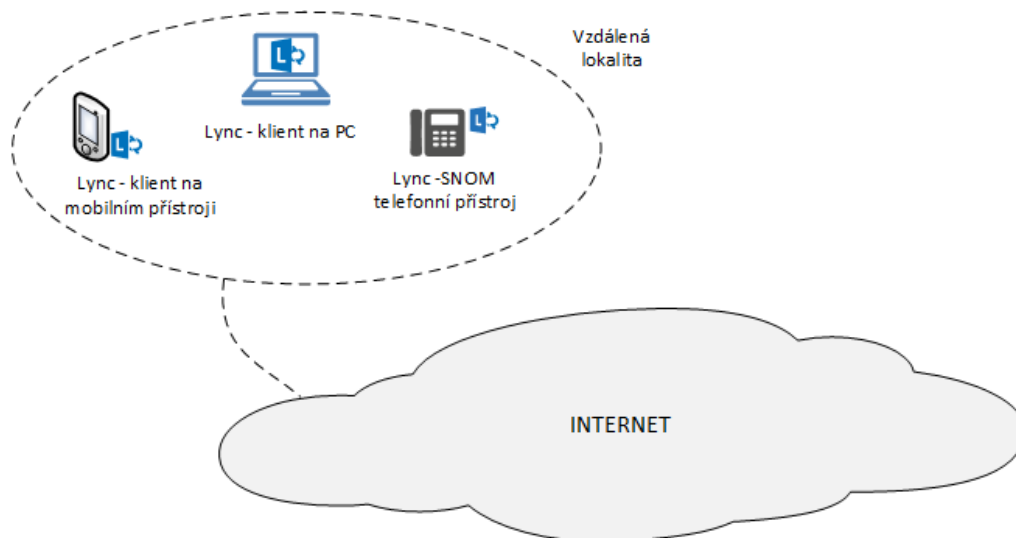
4.4.16 Vzdálené lokality

Pro obchodní zahraniční zastoupení byly k realizaci telekomunikačního spojení s centrálou v České republice navrženy telefonní přístroje Snom, které podporují buď klasické SIP připojení nebo připojení ke službě Lync 2013 od společnosti Microsoft. V Active Directory byly pro tento účel připraveny nové účty, aby se mohly použít pro společnou linku v prostorách zastoupení. Pokud by byl telefonní přístroj registrovaný na konkrétního uživatele, tarifikační údaje o realizovaném spojení by se připisovaly na tento účet, a to by nebylo žádoucí. V Lync Server Panelu se k novému účtu přiřadilo hlasové oprávnění a přidala volná pobočka z číselného plánu. Pro některé uživatele byla nastavena privátní linka k jejich doménovému účtu a po nainstalování softwarového klienta v mobilním přístroji mohli tuto funkci využívat trvale bez omezení pevného telefonního přístroje. Do těchto destinací se instalují přístroje Snom 710 a 720 viz obrázek 54.



Obrázek 54 - Snom 710 a 720 (Snom Technology AG (1), © 2016), (Snom Technology AG (2), © 2016)

Z takto nastaveného telefonu je umožněno dle oprávnění uskutečnit spojení na pobočkové linky organizace, pevné nebo mobilní telefonní přístroje v České republice za místní poplatky a do zahraničí za domluvené tarify v rámci smlouvy o připojení do veřejné telekomunikační sítě. V případě zastoupení ve státě Mauricius nebo Saudské Arábii se tímto způsobem ušetřily telekomunikační náklady za spojení vzhledem k tomu, že se často řešily provozní záležitosti s dispečinkou v centrále v Praze. Tuto záležitost bylo možné řešit i pomocí aplikací Skype či Viber, ale tento způsob by vyžadoval instalaci stejného softwarového klienta na obou stranách a případně vytvoření nového účtu. Aplikované řešení pomocí Lync 2013 umožnilo sjednotit technologii v obou destinacích a v případě problémů zajistit jejich odborné řešení. Zobrazení blokového schématu zahraničních destinací je na obrázku 55.



Obrázek 55 - Blokové schéma zahraniční destinace

4.4.17 Řešení problémů se vzdáleným pracovištěm

Během zprovoznování komunikace se vzdáleným pracovištěm docházelo k výpadkům na Edge serveru, který zajišťuje komunikaci směrem do a z interní datové sítě. Tyto výpadky se projevily nedostupností serveru pro klienty Lync 2013, kteří chtěli využívat hlasové služby přes síť internet. Edge server bylo potřeba po takovém výpadku restartovat. Po analýze problému se zjistilo, že tato poruchovost byla způsobena problémem na síťových kartách IntelPRO 1000 na virtuálním serveru. Tyto karty odpojily komunikaci z datové sítě. Po výměně těchto karet za karty typu vmxnet3 Ethernet adapter, které jsou doporučeny k virtuální platformě VMware vSphere, již k tomuto problému nedocházelo. Po určité době se objevil obdobný případ, při kterém docházelo k nemožnosti uskutečnit hovor opět přes Edge server, ale komunikace přes IM (instant messaging) a Presence byla zachována. Aplikace se registrovala k serveru Lync, ale telefonní služba byla nedostupná (signalizace příchozího hovoru se uskutečnila, ale k hlasovému spojení nedošlo). SIP telefony se chovaly obdobně, byly zaregistrované, vizuálně se prezentovaly jako dostupné, ale telefonní spojení bylo nefunkční. Následně bylo zjištěno, že vypršela doba platnosti certifikátu, který Edge server používá k ověření pravosti uživatelů mimo síť organizace. Pro službu IM, Presence a signalizaci Lync využívá Reverse proxy, kde certifikát byl validní, proto komunikace tímto směrem probíhala. Po obnově certifikátu komunikace se vzdálenými pracovišti byla obnovena.

Dalším typem poruchy byl problém s voláním směrem na mobilní telefonní čísla. Bylo otestováno volání jak z aplikace Lync, tak i z HW telefonního přístroje, ale ani v jednom případě nebylo možné hovor uskutečnit. Ostatní typy hovorů procházely v pořádku. Na základě této poruchy byly provedeny testovací hovory, které simulovaly zjištěnou poruchu a pomocí Packet Capture (zachycení paketů) na Signaling serveru bylo provedeno zachytávání provozu a následné vyhodnocení viz obrázek 56. V rámci testu bylo z aplikace Lync voláno na mobilní telefon začínající předvolbou 606. Ze zachycené signalizace bylo možné vyčíst, že požadavek na spojení s mobilním telefonem, které Mediation server zahájil (INVITE), nakonec zruší (CANCEL).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
750	08:59:39.656498	10. Mediation server	10. Session manager	SIP/SDP	976	Request: INVITE sip:0606@pstngw1. . cz; user=phone
752	08:59:39.657589	10. Mediation server	10. Mediation server	SIP	345	Status: 100 Trying
754	08:59:39.660177	10. Session manager	10. Node 1	SIP/SDP	669	Request: INVITE sip:0606@pstngw1. . cz; user=phone
756	08:59:39.665495	10. Node 1	10. Session manager	SIP	1013	Status: 100 Trying
776	08:59:42.291055	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	511	Request: CANCEL sip:0606@pstngw1. . cz; user=phone
777	08:59:42.292276	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	407	Status: 200 OK
778	08:59:42.292985	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	932	Request: CANCEL sip:0606@pstngw1. . cz; user=phone
779	08:59:42.297772	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	1009	Status: 200 OK
781	08:59:42.297922	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	1025	Status: 487 Request Terminated
784	08:59:42.338014	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	641	Request: ACK sip:0606@pstngw1. . cz; user=phone
785	08:59:42.339161	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	717	Status: 487 Request Terminated
786	08:59:42.340570	10. Mediation server	10. Session manager	SIP	448	Request: ACK sip:0606@pstngw1. . cz; user=phone

Obrázek 56 - Zachycení signalizace při poruše

Po další analýze a kontrole nastavení bylo zjištěno, že nebylo správně nastaveno směrování pro hovory směřující na mobilní čísla. Po úpravě konfigurace již hovory procházely bezchybně. Další problém nastal v případě expirace doménového účtu, který se používá k přihlášení telefonního přístroje Snom ve vzdálené lokalitě. Na displeji telefonního přístroje se zobrazoval název účtu s informací, že je neregistrován. Heslo již bylo zablokováno a nešlo použít. Bylo nutné kontaktovat správce doménových účtů a nové heslo nastavit.

4.4.18 Nastavení konferenčního telefonu Polycom

Společnost disponuje několika zasedacími místnostmi a z důvodu zajištění většího komfortu při jednáních, která často vyžadují i navázání komunikace s lidmi mimo organizaci, byl do dvou místností instalován konferenční telefon Polycom Soundstation Duo (zobrazen na obrázku 57). Polycom Soundstation Duo umožňuje SIP konfiguraci a tak toto zařízení bylo propojeno s telekomunikačním systémem AVAYA CS1000. V případě potřeby je možné zařízení velmi rychle přemístit do jiných prostorů bez nutnosti připravování kabelové trasy jako v případě analogového nebo digitálního přístroje. Je nutné pouze povolit v požadované zásuvce datovou síť určenou k VoIP.



Obrázek 57 - Polycom SoundStation Duo (Polycom, Inc., © 2016)

4.5 Přínosy nové technologie

Implementace nové technologie umožnila velmi rychle vytvořit ve vzdálené lokalitě pracoviště, které může využívat výhod pobočkové telefonní ústředny. Především volání na pobočky v České republice a jiné vzdálené lokality bez tarifikačních nákladů, volání na linky v rámci České republiky za místní poplatky a do zahraničí za výhodné ceny, které má centrální zastoupení vyjednané s veřejným operátorem GTS. V případě použití HW telefonního přístroje Snom s konfigurací doménového účtu má uživatel přehled o dostupnosti (Presence) kolegů, obchodních partnerů a rodinných příslušníků přímo v rozhraní telefonního přístroje a v kombinaci s aplikací Lync 2013 na počítači má uživatel volbu vybavit příchozí hovor buď ze stolního přístroje nebo z aplikace. V případě aktivního hovoru na přístroji nebo v aplikaci Lync se automaticky nastaví dostupnost uživatele na „zanepřázdněn“ a tak kolegové a jiní autorizovaní uživatelé mají ihned přehled o aktuálním stavu uživatele. Pokud je na aplikaci Lync nastaven stav nerušit, tak jsou automaticky příchozí hovory blokovány a lze pouze uskutečnit odchozí volání. Díky propojení Lync 2013 s Exchange serverem je možné snadno zjistit, zdali je uživatel dostupný nebo nikoliv například v případě naplánované schůzky v kalendáři Outlooku. Další výhodou použití přímo klienta Lync 2013 na pracovním počítači spočívá v tom, že neobsazuje port na síťovém switchi jako u samostatného IP telefonního přístroje. V tomto případě je možné i v datové síti nastavit sdružení více VLAN do jednoho portu switchu a následně tyto sítě rozdělit v IP telefonu (přístroj využije svojí VLAN a počítač zapojený do dalšího portu telefonu využije síť určenou pro počítače). Po zakoupení dostatečného počtu licencí lze tento systém snadno rozšiřovat o další účastnické linky. V případě výstavby nové budovy nebo vytvoření dalšího pracoviště je potřeba zajistit pouze dobře nakonfigurovanou datovou síť, která tvoří kritický prvek v používání VoIP telefonie. Mezi nevýhody použití aplikace Lync 2013 patří značná závislost na datové síti

a na faktu, že v případě poruchy počítače automaticky dochází k nedostupnosti i telefonní linky. Pro tento případ je ale možné v aplikaci nastavit přesměrování na mobilní telefon například po určité časové prodlevě.

5 Zhodnocení výsledků

Rozšíření systému bylo provedeno podle předpokládaného záměru. Implementace proprietární VoIP telefonie pro AVAYA probíhala logicky a bez větších problémů. Bylo provedeno nastavení zón pro jednotlivé druhy provozů pro IP telefonní přístroje, SIP trunky a média karty jako rozhraní mezi tradiční a IP telefonii. Výchozí hodnoty v konfiguracích systému byly výrobcem často vhodně nastavené, ale i tak bylo nutné tyto parametry kontrolovat a případně rekonfigurovat dle aktuálního prostředí. Vzhledem k dostatečně dimenzované podnikové datové síti nebylo potřeba řešit problémy typické pro VoIP provoz (ozvěna, jitter nebo zpoždění), které se v nedostatečně dimenzované síti mohou vyskytnout a ovlivnit tak kvalitu přenášeného hlasu. Bezpečnost a ochrana VoIP provozu u VoIP přístrojů typu AVAYA byla vyřešena vytvořením samostatné telekomunikační VLAN. Konfigurace IP telefonie pro telefonní přístroje třetích stran pomocí SIP Line a SIP trunků byla obtížnější. CS1000M nemá SIP propojení v sobě nativně nastavené a je potřeba konfigurovat více dílčích prvků k zprovoznění SIP komunikace. Po zprovoznění tohoto nastavení je přidávání dalších SIP uživatelů již bezproblémové. U účtů Lync bylo zprovozněno volání dle oprávnění, na pobočkovou ústřednu i do veřejné telekomunikační sítě. Zpočátku byl problém s voláním do pobočkové sítě na klasické telefonní přístroje, ale tento problém byl vyřešen nahráním nového loadware na média karty, které zajišťují přenos hlasových dat z IP sítě do TDM. Vzhledem k nutnosti používat náhlavní soupravy u desktopové aplikace není toto řešení zcela oblíbené a spíše zůstává v testovacím režimu techniků IT. Vzdálená zastoupení společnosti mimo Českou republiku jsou jedním z případů, kde se toto řešení osvědčilo. Na těchto místech se využívají HW telefonní přístroje Snom, které využívají spojení do internetu a díky propojení na Lync 2013 na pobočkovou ústřednu mohou volat přímo na právní, účetní a dispečerská pracoviště s minimálními náklady.

6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo ukázat možnou migraci a rozšíření o moderní VoIP technologii (AVAYA, Microsoft Lync) ve společnosti, která využívá klasickou digitální technologii TDM. Dalším dílčím cílem bylo ukázat možné problémy při implementaci a přínosy nové technologie.

Rozšíření o VoIP technologii ve středně velké společnosti bylo realizováno implementací Signaling serveru AVAYA a návazných systémů jako je Provisioning server pro přidělování konfiguračních dat telefonním přístrojům. Následkem tohoto rozšíření proběhla i výměna telekomunikační technologie u vybraných pracovišť, především u oddělení IT. V tomto rozsahu se jednalo zejména o pilotní projekt, který měl ukázat a prověřit možnosti nové technologie. Po zprovoznění VoIP telefonie na systému AVAYA bylo provedeno propojení s Microsoft Lync 2013, které umožnilo obousměrnou hlasovou komunikaci mezi oběma systémy pro vybrané uživatele. Volání pomocí aplikace Lync bylo zprovozněno ve dvou variantách a to prostřednictvím desktopového klienta a HW telefonního přístroje Snom. První varianta se moc neosvědčila z důvodu nutnosti používat náhlavní soupravy (sluchátka s mikrofonom) nebo využívat hlasitý příposlech, který ruší kolegy a neumožňuje zajistit soukromí pro volající účastníky. Druhá varianta s využitím telefonního přístroje Snom se osvědčila u vzdálených lokalit mimo Českou republiku. V tomto případě je výhodou, že uživatel již k volání využívá telefonní přístroj a při volání ze vzdálených lokalit do České republiky ušetří náklady za telekomunikační poplatky, které jsou stále v některých zemích vysoké.

Přínos praktické části spočívá především v charakterizování jednotlivých implementačních kroků, které je potřeba zajistit pro rozšíření systému AVAYA CS1000 o Signaling server a napojení na Lync 2013. Implementační postup je často doplněn o konkrétní výpisy systému s potřebným komentářem. Dále jsou zde zmíněny problémy, které bylo nutné řešit během implementace a zprovoznování systému.

Po vyřešení implementačních problémů je nyní systém funkční. Je možné využívat VoIP telefonní přístroje AVAYA, dále přístroje třetích stran, které využívají protokol SIP a taktéž aplikaci nebo telefonní přístroj s účtem Lync i ve vzdálených lokalitách.

Díky zprovoznění spojení mezi Lync a pobočkovým systémem AVAYA byly sníženy náklady za volání ze zahraničních destinací. Systém je nadále možné rozšiřovat například přikoupením dalších uživatelských licencí pro VoIP klienty nebo přikoupením dalších komponent. Pro zajištění větší dostupnosti by bylo možné rozšířit systém AVAYA o další Signaling server, který by zajistil VoIP provoz v případě výpadku hlavního serveru.

Zavedení VoIP technologie bylo vyhodnoceno jako perspektivní řešení, ačkoli není zcela jasné, zdali se má podnik ubírat v delším horizontu cestou AVAYA, Skype for Business nebo řešeními dalších výrobců. Důvodem nejistoty výběru je rapidně se zrychlující vývoj technologie a vedle nabízených služeb budou také rozhodující finanční náklady.

AVAYA nabízí systém s označením CS1000E, který je pokračováním systému CS1000M, s plnou podporou VoIP i s částečným využitím starých TDM komponent z verze CS1000M. Další alternativou od AVAYA je systém Communication Manager, který je založený zcela na protokolu SIP. Společnost Microsoft směřuje své produkty čím dál tím více ke Cloudovému řešení. V tomto případě by bylo možné telekomunikační řešení přenést přímo do Cloudu společnosti Microsoft, ale zde by byl nejspíše problém se zajištěním dostatečných funkcionalit pro provozní dispečinky, které vyžadují vysokou dostupnost služeb.

7 Seznamy

7.1 Seznamy použitých zdrojů

Amlex Associates Ltd (1) Copyright 2013. Avaya Communication Server 1000 – Installation, Configuration, Support & Troubleshooting. Release 7.5 - Terminal Number – TN [cit. 2016-02-22].

Amlex Associates Ltd (2) Copyright 2013. Nortel Communication Server 1000 - A guide to Building & Running a CS1K System. Release 7.5 - Terminal Number – TN [cit. 2016-02-22].

Asterisk, The Big Picture [online]. August 06, 2014. [cit. 2016-01-28]. Dostupné z: <<https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Asterisk+Architecture,+The+Big+Picture>>.

Asterisk. A Brief History of the Asterisk Project. [online]. Februar 02, 2016 [cit. 2015-09-10]. Dostupné z: <<https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/A+Brief+History+of+the+Asterisk+Project>>.

AVAYA Inc.(1),©2013-2015. The Avaya Aura Platform [online]. November 11, 2015, [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: <<http://www.avaya.com/usa/documents/avaya-aura-platform---uc4803.pdf>>.

AVAYA Inc.(2),©2013-2015. Communication Server 1000 [online]. [cit. 2015-11-13]. Dostupné z: <<https://support.avaya.com/products/P0595/communication-server-1000/www.avaya.com/products/>>.

AVAYA Inc.(3),©2016. Communication Server 1000 [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <<http://www.avaya.com/usa/product/communication-server-1000/?view=technicalspecifications#/>>.

AVAYA Inc.(4),©2016. Communication Server 1000M and Meridian 1 Large System Planning and Engineering, Release 7.6 [online]. July 3, 2014 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <<https://downloads.avaya.com/css/P8/documents/100170447/>>.

AVAYA Inc.(5),©2016. 1200 Series IP Deskphones [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: < <http://www.avaya.com/usa/product/1200-series-ip-deskphones/>>.

AVAYA Inc.(6),©2016. 1200 Series IP Deskphones [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: < <http://www.avaya.com/usa/product/phones/desktopphones/>>.

BAZALA, David, 2006. Telekomunikace a VoIP telefonie. Praha: BEN – technická literatura. ISBN 80-7300-201-9.

BOUCADAIR, Mohamed. BORGES, Isabel. NEVES, Pedro, Miguel. EINARSSON, Olafur, Pall, 2012. IP Telephony Interconnection Reference: challenges, models, and engineering. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4398-5178-4.

BOUŠKA, Petr. Co je to Lync [online]. Listopad 20, 2011 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: < <http://www.samuraj-cz.com/clanek/microsoft-lync-cast-1-co-je-to-lync/>>.

BOUŠKA, Petr. Microsoft Lync 2013 - než začneme nasazovat [online]. Únor 18, 2013 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: < <http://www.samuraj-cz.com/clanek/microsoft-lync-2013-nez-zacneme-nasazovat/>>.

BOUŠKA, Petr. Upgrade Lync 2013 na Skype for Business 2015 [online]. Zář 3, 2015 [cit. 2015-12-10]. Dostupné z: <<http://www.samuraj-cz.com/clanek/upgrade-lync-2013-na-skype-for-business-2015/>>.

Digium, Inc., ©2016. Digium. Asterisk Commercial Licensing [online]. [cit. 2015-12-10]. Dostupné z: <<https://www.digium.com/products/asterisk/licensing>>.

Digium, Inc., ©2016. Say hello to asterisk [online]. August 06, 2014. [cit. 2016-01-28]. Dostupné z: < <https://www.digium.com/products/asterisk>>.

DOČEKAL, Daniel, 2011. Microsoft koupil Skype, za 8.5 miliard dolarů v hotovosti. [online]. Květen 11, 2011, [cit. 2015-09-07]. Dostupné z: <<http://www.justit.cz/wordpress/2011/05/11/microsoft-koupil-skype-za-8-5-miliard-dolaru-v-hotovosti/>>.

- E15 Profit. 25. listopadu, 2002 [online]. [cit. 2015-13-11]. Dostupné z: <<http://euro.e15.cz/profit/nova-sluzba-slovenskeho-voipacu-je-fayn-864370>>.
- Epstein, Josef, 2009. Scalable VoIP mobility: integration and deployment. Oxford: Elsevier. ISBN 978-1-85617-508-1.
- Flanagan, William, 2012. VoIP and Unified Communications: Internet Telephony and the Future Voice Network. Canada: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-01921-4.
- HANNA, Keith. Nathan, WINTERS, 2013. Mastering Microsoft Lync Server 2013. Hoboken, N.J.: Sybex. ISBN 1118521323.
- KARIM, Asim, 1999. H.323 and Associated Protocols. Asim Karim Washington University in St.Louis [online]. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <<http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/h323/index.html#scope>>.
- MATOUŠEK, Petr, 2014. Síťové aplikace a jejich architektura. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2014. ISBN 978-80-214-3766-1.
- Microsoft (1), ©2016. Skype for Business is here! [online]. April 14, 2015 [cit. 2015-11-14]. Dostupné z: <<https://blogs.office.com/2015/04/14/skype-for-business-is-here/>>.
- Microsoft (2), ©2016. Introducing Skype for Business [online]. November 11, 2014. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <<https://blogs.office.com/2014/11/11/introducing-skype-business/>>.
- Microsoft (3), ©2016. Reference topologies for Skype for Business Server 2015 [online]. 17. 8. 2015. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <<https://technet.microsoft.com/en-us/library/gg398095.aspx>>.
- Microsoft (4), ©2016. Skype for Business: Licensing Guide [online]. [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: <<https://products.office.com/en-us/skype-for-business/it-pros>>.
- Microsoft (5), ©2016. Skype for Business: Mobile client comparison tables for Skype for Business [online]. 30. 11. 2015. [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: <<https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn951412.aspx>>.

MINOLI, Daniel, 2006. Voice Over IPv6: architectures for Next Generation VoIP Networks. Oxford: Elsevier. ISBN -10: 0-7506-8206-X.

Mobilmania. Fayn - umí Internet mluvit? [online]. 7. října, 2002 [cit. 2015-11-13]. Dostupné z: <<http://www.mobilmania.cz/fayn---umi-internet-mluvit/a1103561/default.aspx>>.

PETERKA, Jiří, 2016. Z historie internetové telefonie (nejen) v ČR. [online]. 2006 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <<http://www.earchiv.cz/b06/b0401006.php3>>.

Polycom, Inc., © 2016. Polycom SoundStation Duo [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <<http://www.polycom.com/products-services/voice/conferencing-solutions/conferencing-phones/soundstation-duo.html/>>.

PROKOP, Andrew. An Avaya Aura Session Manager Cookbook [online]. September 9, 2015 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <<https://andrewjprokop.wordpress.com/2015/09/09/an-avaya-aura-session-manager-cookbook/>>.

RFC 3261. SIP: Session Initiation Protocol [online]. J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler [cit. 2015-08-30]. Dostupné z: <<https://tools.ietf.org/html/rfc3261>>.

RFC 4566. SDP: Session Description Protocol [online]. M. Handley, V. Jacobson, C. Perkins [cit. 2015-08-30]. Dostupné z: <<https://tools.ietf.org/html/rfc4566>>.

RFC 5456. IAX: Inter-Asterisk eXchange Version 2 [online]. M. Spencer, B. Capouch, E. Guy, Ed., F. Miller, K. Shumard. February 2010 [cit. 2016-02-12]. 101 s. ISSN: 2070-1721. Dostupné z: <<https://tools.ietf.org/html/rfc5456>>. ISSN: 2070-1721.

RFC 6068. Session Initiation Protocol (SIP) INFO Method and Package Framework [online]. C. Holmberg, E. Burger, H. Kaplan. January 2011 [cit. 2015-11-22]. 36 s. ISSN: 2070-1721. Dostupné z: <<https://tools.ietf.org/html/rfc6068>>. ISSN: 2070-1721.

SIEMENS, 2010. VoIP Basic: základy VoIP (Voice over IP).

Sipnology, ©2009. VoIP born. [online]. [cit. 2015-08-02]. Dostupné z:
<<http://www.sipnology.com/en/company/19-voip-born>>.

Snom Technology AG (1), © 2016. Snom D710 [online]. [cit. 2016-02-08]. Dostupné z:
<https://snom-website-data2.s3.amazonaws.com/filer_public/bd/b1/bdb1a867-22ff-4ffc-b6d3-d26e450ca67e/snom_d710_datasheet_en_1-0-3.pdf/>.

Snom Technology AG (2), © 2016. Snom D710 [online]. [cit. 2016-02-08]. Dostupné z:
<https://snom-website-data2.s3.amazonaws.com/filer_public/56/16/561687c3-82cc-49cf-85f6-c1cb2da9a07c/snom_720_datasheet_en_3-0-1.pdf/>.

Telecom Made Simple. IP Telephony components. July 25, 2009, [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <<http://simple-telecom.blogspot.cz/2009/07/ip-telephony-components.html>>.

VOZŇÁK, Miroslav, 2008. Voice over IP. Ostrava: Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-1961-7.

WALLACE, Kevin, 2007. VoIP bez předchozích znalostí. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978- 80-251-1458-2.

WALLACE, Kevin, 2009. Cisco VoIP: Autorizovaný výukový průvodce. Vyd. 1. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978- 80-251-2228-0.

WENDEL, Odom, 2005. Počítačové sítě bez předchozích znalostí. Brno: CP Books, a.s. ISBN 80-251-0538-5.

7.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Aplikace Internet Phone pro Windows 3.1 od VocalTecu (Peterka, 2006).....	13
Obrázek 2 - Nabízená služba od Radiomobilu (Peterka, 2006).....	14
Obrázek 3 - Princip VoIP (Siemens, 2010, s. 6).....	16
Obrázek 4 - Schéma protokolu H.323 (Karim, 1999).....	20
Obrázek 5 - Architektura H.323 (Minoli, 2006, s. 81)	21
Obrázek 6 - Architektura prvků SIP (Minoli, 2006, s. 86)	24
Obrázek 7 - Architektura Cisco (Telecom Made Simple, 200)	29

Obrázek 8 - Decentralizovaná síť P2P (Max, Ray, 2008, s. 176).....	30
Obrázek 9 - Série síťových skupin spojených super uzly (Max, Ray, 2008, s. 180).....	30
Obrázek 10 - Vytvoření spojení pomocí hostitelů přenosu (Max, Ray, 2008, s. 189)	32
Obrázek 11 - Blokové schéma zapojení IP PBX Asterisk (Digium, Inc., ©2016).....	34
Obrázek 12 - Asterisk systém (Asterisk, 2014)	35
Obrázek 13 - Klient Skype for Business (Microsoft (2), 2014).....	36
Obrázek 14 - Doporučená topologie pro středně velké společnosti (Microsoft (3), 2015) .	39
Obrázek 15 - Nová generace architektury (AVAYA Inc.(1), ©2013-2015)	42
Obrázek 16 - AVAYA CS 1000 (AVAYA Inc.(2), ©2013-2015).....	43
Obrázek 17 - Architektura CS1000 (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 43).....	44
Obrázek 18 - Doporučené rozmístění CPU modulů pro CS1000 (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 227)	44
Obrázek 19 - Základní schéma programových části (LD) (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 48)	46
Obrázek 20 - Zapojení IP telefoního Nodu (Amplex Associated Ltd(2), nedatováno, s. 42)	47
Obrázek 21 - Typy volání v prostředí CS1000M (AVAYA Inc.(9), 2014, s. 198).....	48
Obrázek 22 - UCM pro zabezpečení domény (Amplex Associated Ltd(1), nedatováno, s. 14)	49
Obrázek 23 -Struktura jednotlivých části System manageru.....	49
Obrázek 24 - Session manager – administration (Prokop, 2015)	50
Obrázek 25 - Telefonní přístroje z leva 3902, 3904, 1230, 1140E (AVAYA Inc.(6), ©2016).....	50
Obrázek 26 - Výchozí stav podnikové infrastruktury.....	53
Obrázek 27 - Požadovaný stav podnikové infrastruktury.....	54
Obrázek 28 - PEP Library - downloading patchů.....	58
Obrázek 29 - Zobrazení patchovaných položek u Signaling serveru	60
Obrázek 30 - Přidání Signaling serveru do Security domény.....	61
Obrázek 31 - Připravený Node 1	62
Obrázek 32 - Zobrazení přehledu VoIP zón	63
Obrázek 33 - Zobrazení VoIP zóny100 pro IP telefony	64
Obrázek 34 - Probíhající synchronizace Media karty.....	65
Obrázek 35 - Přehled nakonfigurovaného Node včetně dvou média karet	66
Obrázek 36 - Session manager.....	80
Obrázek 37 - SIP Entity Details pro spojení na Lync.....	81
Obrázek 38 - Propojení Session manager a Node 1.....	81
Obrázek 39 - Propojení Session manager a Mediation server	82
Obrázek 40 - Routing Policy detail pro Mediation server	82
Obrázek 41 - Prioritizace spojení na Mediation server (potlačení DNS)	83
Obrázek 42 - Nastavení Trunku pro Lync v Topology Builderu.....	83
Obrázek 43 - Nastavení DNS záznamu pro Gateway.....	84
Obrázek 44 - Topology Builder – komponenty a nastavení Mediation serveru.....	85
Obrázek 45 - Příklad normalizačních pravidel v Lync Central Panel	85
Obrázek 46 - Nastavení Voice Policy v Lync 2013.....	86
Obrázek 47 - Seznam volacích skupin.....	87
Obrázek 48 - Detailní nastavení routy pro ČR pevné linky.....	87
Obrázek 49 - Konfigurace uživatele	88
Obrázek 50 - Klient pro Skype for Business a pro Windows Phone Lync 2013.....	89

Obrázek 51 - Signalizační a hovorová trasa mezi VoIP AVAYA a MS Lync.....	90
Obrázek 52 - Schéma zapojení Provisioning serveru	91
Obrázek 53 - Provisioning server - nahrávání konfiguračních dat	92
Obrázek 54 - Snom 710 a 720 (Snom Technology AG (1), © 2016), (Snom Technology AG (2), © 2016).....	93
Obrázek 55 - Blokové schéma zahraniční destinace	94
Obrázek 56 - Zachycení signalizace při poruše	95
Obrázek 57 - Polycom SoundStation Duo (Polycom, Inc., © 2016).....	96

7.3 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Typ kódování a jeho parametry (Vozňák, 2008, s. 43).....	17
Tabulka 2 - Limity Signaling serveru pro vybrané položky (AVAYA Inc.(4), 2014, s. 214)	47
Tabulka 3 - Cenová nabídka na rozšíření systému AVAYA.....	56
Tabulka 4 - Cenová nabídka na rozšíření systému Microsoft	56
Tabulka 5 - Cenová nabídka na doplňkové produkty	56
Tabulka 6 - Celková cenová nabídka.....	56
Tabulka 7 - Adresace pro Signaling server.....	57
Tabulka 8 - Adresový rozsah pro telekomunikační komponenty	61
Tabulka 9 - Skupiny oprávnění.....	86

8 Přílohy

Příloha č. 1 – Výpis UEXT

Příloha č. 2 – Výpis RDB pro SIP Line

Příloha č. 3 – Výpis kanálů pro SIP Line

Příloha č. 4 – Výpis RDB pro SIP trunk

Příloha č. 5 – Výpis kanálů pro SIP trunk

Příloha č. 6 – Výpis skriptu pro DHCP

Příloha č. 1 Diplomové práce

Výpis UEXT (SIP konfigurace v LD 20).

REQ: prt

TYPE: uext

TN

CUST 0

SPWD

UXTY

DATE

PAGE

DES

DES SIP3

TN 248 1 00 00 VIRTUAL

TYPE UEXT

CDEN 8D

CTYP XDLC

CUST 0

UXTY SIPL

MCCL YES

SIPN 0

SIP3 1

FMCL 0

TLSV 0

SIPU sip11112

NDID 4

SUPR YES

UXID

NUID

NHTN

CFG_ZONE 00100

CUR_ZONE 00100

MRT

ERL 0

ECL 0

VSIT NO

FDN

Příloha č. 1 Diplomové práce

TGAR 0
LDN NO
NCOS 7
SGRP 0
RNPG 0
SCI 0
SSU 0251
XLST 24
SCPW 7879
SFLT NO
CAC_MFC 0
CLS TLD FBD WTA LPR MTD FND HTD TDD HFD CRPD
MWD LMPN RMMD AAD IMD XHD IRD NID OLD VCE DRG1
POD SLKD CCSD SWD LND CNDD
CFTD SFD MRD DDV CNID CDCA MSID DAPA BFED RCB
ICDD CDMD MCTD CLBD AUTU
GPUD DPUD DNDD CFXD ARHD CLTD ASCD
ABDD CFHD FICD NAID BUZZ AGRD MOAD
UDI RCC HBTD AHA IPND DDGA NAMA MIND PRSD NRWD NRCD NROD
DRDD EXR0
USRD ULAD RTDD RBDD RBHD PGND OCB
FLXD FTTC DNDY DNO3 MCBN
FDSD NOVD VOLA VOUD CDMR PRED RECD MCDD T87D SBMD ELMD
MSNV FRA PKCH MWT
DVL
CROD ELCD VMSA
CPND_LANG ENG
HUNT
PLEV 02
PUID
UPWD
DANI NO
AST
IAPG 0
AACS NO
ITNA NO
DGRP
MLWU_LANG 0
MLNG CZE
DNDR 0

Příloha č. 1 Diplomové práce

KEY 00 SCR 1112 0 MARP

01 HOT U 922008 MARP 0

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

16

17 TRN

18 AO6

19 CFW 16

20 RGA

21

22 RNP

23

24 PRS

25 CHG

26 CPN

27

28

29

30

31

DATE 25 MAY 2015

Příloha č. 2 Diplomové práce

Výpis RDB pro SIP Line (route 100 v LD 21).

```
>LD 21
REQ: PRT
TYPE: RDB
CUST 0
ROUT 100

TYPE RDB
CUST 00
ROUT 100
DES SIPL_CUST_0
TKTP TIE
NPID_TBL_NUM 0
ESN NO
RPA NO
CNVT NO
SAT NO
RCLS EXT
VTRK YES
ZONE 00200
PCID SIPL
CRID NO
NODE 1
DTRK NO
ISDN YES
    MODE ISLD
    DCH 200
    IFC SL1
    PNI 00001
    NCNA YES
    NCRD YES
    TRO YES
    FALT NO
    CTYP UKWN
    INAC NO
    ISAR NO
```


Příloha č. 2 Diplomové práce

DAPC NO
MBXR NO
MBXOT NPA
MBXT 0
PTYT ATT
CNDP UKWN
AUTO NO
DNIS NO
DCDR NO
ICOG IAO
SRCH LIN
TRMB YES
STEP
ACOD 1235
TCPP NO
PII NO
AUXP NO
TARG 01
CLEN 1
BILN NO
OABS
INST
IDC NO
DCNO 0 *
NDNO 0
DEXT NO
SIGO ESN5
MFC NO
ICIS YES
OGIS YES
TIMR ICF 512
OGF 512
EOD 13952
DSI 34944
NRD 10112
DDL 70
ODT 4096

Příloha č. 2 Diplomové práce

RGV 640
GTO 896
GTI 896
SFB 3
NBS 2048
NBL 4096
IENB 5
TFD 0
VSS 0
VGD 6
EESD 1024
SST 5 0
DTD NO
SCDT NO
2 DT NO
NEDC ORG
FEDC ORG
CPDC NO
DLTN NO
HOLD 02 02 40
SEIZ 02 02
SVFL 02 02
DRNG YES
NDRI 00
CDR NO
NATL YES
SSL
CFWR NO
IDOP NO
VRAT NO
MUS NO
PANS YES
RACD NO
MANO NO
FRL 0 7
FRL 1 7
FRL 2 7

Příloha č. 2 Diplomové práce

FRL 3 7
FRL 4 7
FRL 5 7
FRL 6 7
FRL 7 7
OHQ NO
OHQT 00
CBQ NO
AUTH NO
TTBL 0
ATAN NO
OHTD NO
PLEV 2
OPR NO
ALRM NO
ART 0
PECL NO
DCTI 0
TIDY 787100 100
ATTR NO
TRRL NO
SGRP 0
ARDN NO
CTBL 0
AACR NO

Příloha č. 3 Diplomové práce

Výpis kanálů pro SIP Line (route 100 v LD 21).

>LD 21

REQ: LTM

CUST 0

ROUT 100

TYPE TLST

TKTP TIE

ROUT 100

DES SIPL_CUST_0

TN 248 0 10 00 MBER 1 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 01 MBER 2 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 02 MBER 3 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 03 MBER 4 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 04 MBER 5 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 05 MBER 6 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 06 MBER 7 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 07 MBER 8 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 08 MBER 9 SIPL_CUST0

TN 248 0 10 09 MBER 10 SIPL_CUST0

Příloha č. 4 Diplomové práce

Výpis RDB pro SIP trunk (route 200 v LD 21).

>ld 21

```
REQ: prt
TYPE: rdb
CUST 0
ROUT 200
TYPE RDB
CUST 00
ROUT 200
DES SIP
TKTP TIE
NPID_TBL_NUM 0
ESN NO
RPA NO
CNVT NO
SAT NO
RCLS EXT
VTRK YES
ZONE 00200
PCID SIP
CRID NO
SBWM NO
NODE 1
DTRK NO
ISDN YES
    MODE ISLD
    DCH 200
    IFC SL1
    PNI 00001
    NCNA YES
    NCRD YES
    TRO YES
    FALT NO
    CTYP UKWN
```

Příloha č. 4 Diplomové práce

INAC NO
ISAR NO
DAPC NO
MBXR NO
MBXOT NPA
MBXT 0
PTYT ATT
CNDP UKWN
AUTO NO
DNIS NO
DCDR NO
ICOG IAO
SRCH LIN
TRMB YES
STEP
ACOD 1234
TCPP NO
PII NO
AUXP NO
TARG
CLEN 1
BILN NO
OABS
INST
IDC NO
DCNO 0 *
NDNO 0
DEXT NO
SIGO ESN5
MFC NO
ICIS YES
OGIS YES
TIMR ICF 512
OGF 512
EOD 13952
DSI 34944

Příloha č. 4 Diplomové práce

NRD	10112
DDL	70
ODT	4096
RGV	640
GTO	896
GTI	896
SFB	3
NBS	2048
NBL	4096
IENB	5
TFD	0
VSS	0
VGD	6
EESD	1024
SST	5 0
DTD	NO
SCDT	NO
2 DT	NO
NEDC	ETH
FEDC	ETH
CPDC	NO
DLTN	NO
HOLD	02 02 40
SEIZ	02 02
SVFL	02 02
DRNG	YES
NDRI	00
CDR	NO
NATL	YES
SSL	
CFWR	NO
IDOP	NO
VRAT	NO
MUS	NO
PANS	YES
RACD	NO

Příloha č. 4 Diplomové práce

MANO NO
FRL 0 7
FRL 1 7
FRL 2 7
FRL 3 7
FRL 4 7
FRL 5 7
FRL 6 7
FRL 7 7
OHQ NO
OHQT 00
CBQ NO
AUTH NO
TTBL 0
ATAN NO
OHTD NO
PLEV 2
OPR NO
ALRM NO
ART 0
PECL NO
DCTI 0
TIDY 6868 200
ATRR NO
TRRL NO
SGRP 0
ARDN NO
CTBL 0
AACR NO

Příloha č. 5 Diplomové práce

Výpis kanálů pro SIP trunk (route 200 v LD 21).

>ld 21

REQ: LTM

CUST 0

ROUT 200

TYPE TLST

TKTP TIE

ROUT 200

DES SIP

TN	248	0	00	00	MBER	1	SIP
TN	248	0	00	01	MBER	2	SIP
TN	248	0	00	02	MBER	3	SIP
TN	248	0	00	03	MBER	4	SIP
TN	248	0	00	04	MBER	5	SIP
TN	248	0	00	05	MBER	6	SIP
TN	248	0	00	06	MBER	7	SIP
TN	248	0	00	07	MBER	8	SIP
TN	248	0	00	08	MBER	9	SIP
TN	248	0	00	09	MBER	10	SIP
TN	248	0	00	10	MBER	11	SIP
TN	248	0	00	11	MBER	12	SIP
TN	248	0	00	12	MBER	13	SIP
TN	248	0	00	13	MBER	14	SIP
TN	248	0	00	14	MBER	15	SIP
TN	248	0	00	15	MBER	16	SIP
TN	248	0	00	16	MBER	17	SIP
TN	248	0	00	17	MBER	18	SIP
TN	248	0	00	18	MBER	19	SIP
TN	248	0	00	19	MBER	20	SIP
TN	248	0	00	20	MBER	21	SIP
TN	248	0	00	21	MBER	22	SIP
TN	248	0	00	22	MBER	23	SIP
TN	248	0	00	23	MBER	24	SIP
TN	248	0	00	24	MBER	25	SIP

TN	248	0	00	25	MBER	26	SIP
TN	248	0	00	26	MBER	27	SIP
TN	248	0	00	27	MBER	28	SIP
TN	248	0	00	28	MBER	29	SIP
TN	248	0	00	29	MBER	30	SIP

Příloha č. 6 Diplomové práce

Výpis skriptu pro DHCP (přidělení adres podle typu zařízení).

```
subnet 10.20.0.0 netmask 255.255.0.0 {
    option subnet-mask 255.255.0.0;
    option routers 10.20.0.1;
    option domain-name-servers 10.80.1.10, 10.80.1.11;
    option domain-name "vop.cz";
    option avaya-prov "Nortel-i2004-B,prov=10.20.100.200;";
    option tftp-server-name "10.20.100.200";

    class "nortel" {
        match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 6) =
"Nortel";
    }

    class "avaya" {
        match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 5)
= "Avaya";
    }

    pool {
        failover peer "dhcp-failover";
        max-lease-time 86400;
        range 10.20.20.1 10.20.20.254;
        allow members of "nortel";
        allow members of "avaya";
        option ntp-servers 10.80.12.10, 10.80.12.11;
    }

    class "snom" {
        match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 4)
= "snom";
    }

    pool {
        failover peer "dhcp-failover";
        max-lease-time 86400;
        allow members of "snom";
    }
}
```

```
        range 10.20.21.1, 10.20.21.30;
    }

    class "polycom" {
        match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 7)
= "Polycom";
    }
    pool {
        failover peer "dhcp-failover";
        max-lease-time 86400;
        range 10.20.21.51 10.20.100.60;
        allow members of "polycom";
        option ntp-servers 10.80.12.10, 10.80.12.11;
    }
}
```