

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

IP telefonie a její využití v praxi

Roček Jan

© 2012 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra informačních technologií

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Roček Jan

Informatika

Název práce

IP telefonie a její využití v praxi

Anglický název

IP telephony and its utilization in practice

Cíle práce

Seznámení s analogovou a IP telefoní a následný praktický návrh řešení u konkrétního zákazníka.

Metodika

Metodika řešení problematiky diplomové práce je založena na studiu odborných informačních zdrojů. Na základě teoretických informací bude navrženo praktické řešení IP telefonie u konkrétního zákazníka.

Harmonogram zpracování

- 1) Příprava a studium odborných informačních zdrojů a volba postupu řešení: 6/2011.
- 2) Zpracování předběžné verze teoretické části diplomové práce: 7/2011 - 9/2011
- 3) Zpracování předběžné verze praktické části diplomové práce: 10/2011 - 11/2011
- 4) Tvorba finálního dokumentu diplomové práce: 12/2011 - 2/2012
- 5) Odevzdání diplomové práce a teze: 3/2012

Rozsah textové části

60 - 80 stran

Klíčová slova

IP, Telefonie, Telefon, Ústředna, PBX, Signalizace

Doporučené zdroje informací

WALLACE, Kevin. Cisco Voice over IP (CVOICE). 3rd ed. Indianapolis: Published by: Cisco Press, 2009. 598 s. ISBN 1-58705-554-6.

Hartmann, Dennis. Implementing Cisco Unified Communications Manager. 1st ed. Indianapolis: Published by: Cisco Press, 2008. 547 s. ISBN 1-58705-483-3.

WALLACE, Kevin. VoIP bez předchozích znalostí. 1. vyd. Brno: Vydavatelství Computer Press, 2007. 225 s. ISBN 978-80-251-1458-2.

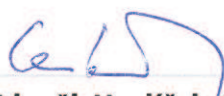
Bazala, David. Telekomunikace & VoIP Telefonie I. 1. vyd. Praha: Vydavatelství BEN, 2006. 222 s. ISBN 80-7300-201-9.

Vedoucí práce

Očenášek Vladimír, Ing.

Termín odevzdání

březen 2012



doc. Ing. Zdeněk Havlíček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr.h.c.

Děkan fakulty

V Praze dne 21.11.2011

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "IP telefonie a její využití v praxi" 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 literatury 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 29.3.2012

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Vladimíru Očenáškoví za cenné rady při tvorbě této diplomová práce.

IP telefonie a její využití v praxi

IP telephony and its utilization in practice

Souhrn

Cílem této diplomové práce je návrh řešení IP telefonie u zákazníka Poštovní spořitelna a teoretické předpoklady. Práce nejprve vysvětluje základní pojmy z analogové telefonie a následně přechází do světa IP. Jsou zde popsány základní problémy se kterými je nutné v IP telefonii počítat a samozřejmě jsou zde zmíněny výhody, které nám IP telefonie nabízí. Kromě teoretické části je v této práci prezentován praktický návrh řešení, který byl zákazníkem akceptován a v současné době je s drobnými úpravami v sídle Poštovní spořitelny aplikován.

Summary

The main objective of this diploma thesis is design the IP telephony by Poštovní spořitelna and theoretical presumptions. First, the basic concepts of the analogue telephony are explained. Then, „the world of IP“ is described. This part contains and defines basic problems which are characteristic for IP telephony, and benefits which the IP telephony offers. Finally, in addition to the theoretical part, the practical solution is presented which was accepted by the customer, and which is applied with small changes in Poštovní spořitelna.

Klíčová slova: Signalizace, Ústředna, Telefonie, Telefon, PBX, IP

Keywords: Signalling, Exchange, Telephony, Phone, PBX, IP

Obsah

1	ÚVOD	6
2	CÍL A METODIKA	7
3	TEORETICKÁ VÝCHODISKA - ANALOGOVÁ TELEFONIE	8
3.1	Základy telefonní technologie	8
3.2	Základní kabeláž a konektory	8
3.3	Hlasový signál	8
3.4	Signalizace	9
3.4.1	Vyvěšení	9
3.4.2	Vyzvánění	9
3.4.3	Vytáčení	10
3.5	Další analogová zařízení	10
3.5.1	Podvojně přípojky	11
3.5.2	PBX.....	11
3.6	Typy rozhraní a metody signalizace	11
3.6.1	Typy hlasových rozhraní	12
3.6.2	Signalizační techniky FXO/FXS	12
3.6.3	Techniky signalizace E&M	13
4	TEORETICKÁ VÝCHODISKA - IP TELEFONIE	14
4.1	Přenos hlasu	14
4.2	Signalizace při přenosu digitálního hlasu	16
4.2.1	Signalizace přidružená ke kanálu.....	16
4.2.2	Signalizace společným kanálem	16
4.3	Signalizace vyvěšení a zavěšení	17
4.3.1	Signalizace E&M	17
4.3.2	FXS aktivace uzavřením smyčky a uzemněním.....	17
4.4	Kompresie hlasu	18
4.4.1	Algoritmy komprese	18
4.4.2	Srovnání technik kódování hlasu	19
4.4.3	Faktory, které ovlivňují kvalitu hlasu.....	20
4.5	VoIP signalizace, adresování a směrování	25

4.6 Skupina norem H.323	26
4.6.1 Úvod k H.323	26
4.6.2 H.323 komponenty	27
4.6.3 Struktura protokolu H.323	32
4.6.4 Fáze hovoru H.323.....	34
4.8 Media Gateway Control Point (MGCP)	37
4.7 Session initiation Protocol (SIP)	39
4.7.1 Klíčové výhody SIP	40
4.7.2 SIP komponenty	41
4.7.3 Zprávy SIP	41
4.9 Přínosy IP telefonie	42
4.9.1 Finančně měřitelné přínosy IP telefonie	43
4.9.2 Finančně neměřitelné přínosy IP telefonie	44
5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ - POŠTOVNÍ SPOŘITELNA	46
5.1 Popis výchozího stavu v oblasti působnosti projektu	46
5.2 Důvody pro přechod na IP ústřednu	46
5.2.1 Ekonomické důvody	46
5.2.2 Provozně organizační důvody	46
5.3 Požadavky na zákaznické řešení	46
5.4 Výběr technologie	47
5.5 Základy řešení IP telefonie od Cisco Systems	50
5.5.1 Cisco AVVID (Architecture for Voice Video and Integrated Data)	50
5.5.2 Cisco IP telefonie – nosná část AVVID	51
5.6 Popis řešení	52
5.7 Popis infrastruktury	54
5.7.1 Datová konektivita E1	55
5.7.2 Cisco CRS IP systém	56
6 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ	61
7 ZÁVĚR	62
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
9 PŘÍLOHY	66

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Vzorkování (Zdroj: UHK, upraveno < http://lide.uhk.cz/fim/student/kubaji1/digitalizace.htm >)	15
Obrázek č. 2 – Zdroje vzniku zpoždění v IP telefonním systému (Zdroj: ČVUT < http://access.feld.cvut.cz/view.php?cislocclanku=2008050003 >)	22
Obrázek č. 3 – Použití Gatekeeperu v síti (Zdroj: Cisco, upraveno < http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note091_86a00800c5e0d.shtml >)	29
Obrázek č. 4 – Možné použití MCU (Zdroj: Heanet, upraveno < http://www.heanet.ie/videoconferencing/tutorial/standards >)	31
Obrázek č. 5 – Struktura protokolu H.323 (Zdroj: OAS < http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2008/diciembre/ngn-normas_i.asp >)	32
Obrázek č. 6 – Průběh H.323 hovoru (Zdroj: Voip Think < http://www.en.voipforo.com/H323/H323_example.php >)	35
Obrázek č. 7 – Quality of Service (QOS) (Zdroj: IT Pathways < http://www.it-pathways.com/network-quality-of-service-qos.html >)	37
Obrázek č. 8 – Průběh MGCP hovoru (Zdroj: Voicetut, upraveno < http://voicetut.com/cvoice-642-436/call-signaling >)	39
Obrázek č. 9 – Průběh SIP hovoru (Zdroj: Packetizer < http://www.packetizer.com/ipmc/sip/papers/understanding_sip_voip >)	42
Obrázek č. 10 – Cenový podíl HW+SW, Implementace a SLA (Zdroj: autor)	49
Obrázek č. 11 – Prodej IP telefonů v procentech (Zdroj: Cisco < http://www.cisco.com >)	49
Obrázek č. 12 – Porovnání instalací klasických PBX proti IP telefonii (Zdroj: Cisco < http://www.cisco.com >)	50
Obrázek č. 13 – Možné schéma zapojení Cisco IP telefonie (Zdroj: Alefnula, upraveno < www.alefnula.com/downloads/dokumenty/CUCF4.0x.pdf >)	52
Obrázek č. 14 – Schéma řešení u zákazníka Poštovní spořitelna (Zdroj: autor)	54
Obrázek č. 15 – Schéma řešení u zákazníka Poštovní spořitelna (Zdroj: autor)	56
Obrázek č. 16 – Časový průběh aktivace SRST (Zdroj: [11], upraveno)	58

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – kompresní techniky (Zdroj: Cisco, upraveno < http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/ technologies_tech_note09186a00800b6710.shtml >).....	19
Tabulka č. 2 – Cenový přehled technologií u jednotlivých partnerů (Zdroj: autor).....	48

1 Úvod

Hlasová komunikace, jedna z nejzákladnějších možností dorozumění, byla rozvíjena několik tisíciletí. Začátky byly z pohledu dnešních moderních technologií primitivní a neefektivní, avšak určité principy jsou i v dnešní době stále platné. Velkým milníkem v historii se stal den 10. 3. 1876, kdy se panu Alexandru Grahamu Bellovi podařilo uskutečnit první přenos hlasu, kdy jeho spolupracovník Watson uslyšel z přístroje památná slova: „Pane Watsone, přijďte sem. Potřebuji Vás.“ Od té doby se postupně začala vytvářet jednotná telefonní síť (JTS), která i přes velké vzdálenosti umožňovala přesnou a obvykle i velmi důležitou komunikaci klíčových informací. Základní analogový telefon a podpůrná síť se postupně vyvinuly do velkých telefonních ústředen, které umožňovali manuální a následně i automatické spojování jednotlivých hovorů. S rozvojem počítačových systémů se i v oblasti telekomunikací začalo digitalizovat. Systém digitálních telefonních spojení je znám pod zkratkou ISDN (Integrated Services Digital Network). Ovšem největším milníkem v historii komunikace je internet. Žádné jiné technologie se během několika let nepodařila penetrace do domácností a firem v tak masivním rozsahu. Právě internet a komunikační protokol TCP/IP pomohli k velkému rozvoji IP telefonie. V současnosti se již IP telefonie stává velmi poptávanou službou, díky které mohou firmy daleko pružněji reagovat na požadavky trhu a především nabízí firmám neocenitelnou službu – konkurenceschopnost. Právě zmíněné technologie (analogové, digitální, IP) budou figurovat jako klíčový pojem v celé diplomové práci.

2 Cíl a metodika

Cílem této práce je navrhnout praktického řešení IP telefonie u zákazníka Poštovní spořitelna a teoretické předpoklady.

Tato práce je rozdělena do tří částí. V první teoretické části jsou popsány základy analogové telefonie. Jsou zde především zmíněny základní analogová zařízení, rozhraní a metody signalizace.

Druhá teoretická část se zaměřuje na IP telefonii. Jsou zde popsány principy přenosu digitálního hlasu a jeho signalizace. Dále se tato kapitola zabývá algoritmy komprese a faktory ovlivňující kvalitu hlasu. Na závěr jsou zde popsány protokoly H323, SIP a MGCP a také výhody IP telefonního řešení.

Poslední praktická část vychází z teoretických informací zmíněných v předchozích kapitolách a zabývá se praktickým nasazením IP telefonie u zákazníka Poštovní spořitelna. Je zde popsán výchozí nevyhovující stav, požadavky na změnu a návrh IP telefonie. Návrh IP telefonie reflektuje požadavky zákazníka a plně pokrývá všechny jeho části. Pro výběr technologie byla provedena cenová komparace třech potenciálních dodavatelů (Cisco, Avaya, Alcatel). Celý návrh řešení je postaven na technologii firmy Cisco, která je vnímána jako špičkový odborník na problematiku IP telefonie a v cenovém porovnání patřila k nejlevnějším. Použité komponenty celého řešení jsou v této části práce detailně rozebrány. Součástí řešení je i návrh datové konektivity o kapacitě 2Mbit/s k operátorovi Telefónica Czech Republic, a.s. Z důvodu požadavku na vysokou dostupnost je navržena částečná redundance, která zajistí základní funkční požadavky důležité pro bezproblémový provoz hlasového řešení Poštovní spořitelny.

3 Teoretická východiska - Analogová telefonie

3.1 Základy telefonní technologie

Jestliže se zmiňujeme o základech, je rozumné začít od počátku. Standardní analogový telefon existuje již více než 100 let. Abychom mohli úspěšně propojit telefonní zařízení, je nezbytné rozumět principům jejich funkce.

3.2 Základní kabeláž a konektory

Standardní síťová kabeláž se označuje jako kroucená dvoulinka. Zpravidla bývá z měděného drátu. Koncový síťový bod je RJ-11 konektor, obvykle umístěný na zdi. Dvoudrátové spojení má dva vodiče - tip a ring. Původně byly tyto vodiče používány při ručním spojování hovorů v hlavní ústředně. Dnes se hovory v hlavní ústředně přepojují automaticky, tedy bez použití telefonní zástrčky, ale označení tip a ring je stále využíváno. Standardní telefonické spojení je prováděno pomocí RJ-11 modulárních konektorů a zásuvek, což jsou jednoduché propojovací prvky používající kovové piny pro připojení ke kovovým drážkám v zásuvce [11].

3.3 Hlasový signál

Hlas je přenášen pomocí dvoudrátového obvodu jako analogový signál. Tento signál je generován mikrofonem umístěným ve sluchátku. Mikrofon reaguje na zvukové vlny a zároveň generuje elektrický signál, který odpovídá signálu hlasovému. Ve zjednodušené formě zvukové vlny naráží na membránu mikrofonu a pohybují magnetem v cívce. Tento pohyb indukuje proud, který se přenáší měděnými dráty mezi telefony.

Průchodem elektrického proudu koncovým telefonem se ve sluchátku reprodukuje hlasový signál. Sluchátko je v podstatě opak mikrofonu. Když proud prochází smyčkou, indukuje elektromagnetickou sílu na magnet reproduktoru, který způsobí, že se membrána reproduktoru pohybuje. Pohyb membrány potom vytváří původní zvukový signál.

Zvukový signál má dvě důležité vlastnosti, kterými jsou frekvence a amplituda. Frekvence je rychlost, se kterou zvukové vlny kmitají. Hluboké basové zvuky obsahují nízké frekvence a vysoké zvuky obsahují vysoké frekvence. Mikrofony kmitají podle frekvence zvukových vln, které na ně dopadají, a generují elektrický signál se stejnou frekvencí. Amplituda zvukových vln odpovídá hlasitosti zvuku. Hlasitý zvuk znamená větší výchylku magnetu a tím vytváří elektrický signál s větší amplitudou. [20]

3.4 Signalizace

Signalizace umožňuje telefonu komunikovat se sítí a s dalšími telefonními systémy. Signalizace vyvěšení, vytáčení tónu, vyzvánění, vytáčených čísel a obsazovacího tónu jsou příklady signálů, používaných v analogové telefonii.

3.4.1 Vyvěšení

Prvním úkolem při výstavbě telefonní sítě je zajištění signalizace vyvěšení telefonu. Jakmile ústředna zjistí, že je telefon vyvěšený, může poskytnout vytáčení tón a čekat na vytáčení číslic. Pro indikaci podmínek vyvěšení je při dvoudrátovém spojení mezi telekomunikační společností a instalovaným telefonem nutná signalizační metoda. Nejčastější metoda upozornění telefonní centrály o stavu přepínače a obsazení linky je metoda uzavření smyčky. Při vyvěšení telefonu dojde k sepnutí vyvěšovacího kontaktu, čímž se uzavře obvod mezi vodiči tip a ring. Jakmile je obvod uzavřen, protéká jím stejnosměrný proud, který telefonní přípojce signalizuje vyvěšení telefonu. Jako odezvu začne ústředna vysílat do obvodu vyzváněcí tón. Spojením obvodu vznikne uzavřená smyčka mezi telefonní ústřednou a koncovým telefonním přístrojem.

3.4.2 Vyzvánění

Pokud je telefon zavěšený, obvod mezi telefonní přípojkou a přístrojem je otevřený. Když telefonní přípojka potřebuje spojit hovor, nemá žádný prostředek pro spojení zmíněného obvodu. Bez stejnosměrného proudu, podmíněného sepnutím vyvěšovacího kontaktu, nemá telefon žádnou energii pro vydání jakéhokoliv zvuku. Jako řešení bývá v telefonní síti zařazeno vyzváněcí zařízení, které je umístěno mezi vyvěšovacím kontaktem v telefonu a ústřednou. Například zvonek v analogovém telefonu je připojen paralelně k vodičům tip a ring. Pro aktivaci zvonku telefonní přípojka generuje vyzváněcí tón tak, že pošle do obvodu

signál o frekvenci 20-47Hz. Vyzváněcí tón prochází vyzváněcími obvody telefonu a aktivuje elektronický obvod, který generuje vyzváněcí tón. Zatímco ústředna vyzvání na cílové stanici, generuje současně také vyzváněcí tón volajícímu. Zvednutím volaného telefonu se tento obvod uzavře. Jakmile tento fakt ústředna zjistí, ukončí vysílání vyzváněcího tónu.

3.4.3 Vytáčení

Vytáčení analogového telefonu může být uskutečněno jedním ze dvou způsobů:

- pulsně
- tónově

Pulsní způsob je jednodušší. Je založen na vysílání posloupnosti pulsů, které určují vytáčené číslo. Pulsy jsou generovány přerušováním lokální smyčky v krátkých dávkách. Každá číslice je reprezentována počtem přerušování v řadě. Je zde přímý vztah mezi pulsy a vytáčenou číslicí, tzn. číslice 4 vyžaduje čtyři pulsy.

Tónová volba neboli tlačítkové vytáčení používá proces označovaný jako DTMF (dual tone multifrequency). DTMF rozdělí klávesnici na řady a sloupce. Pro každou řadu klávesnice generuje zvláštní frekvenci. Když je stisknuto jakékoliv tlačítko v jedné řadě, telefon vygeneruje stejnou frekvenci. Podobně každý sloupec na klávesnici generuje jednu frekvenci. Ústředna rozezná frekvence poslané po linkách a na základě znalosti rozložení klávesnice a frekvencí umí pomocí jednoduchých logických obvodů identifikovat stisknutou číslici.

Například při stisknutí čísla 4 se vygenerují tóny 1209Hz a 770Hz. Vytočené číslice (pulsy nebo tóny) jsou vyslány do telefonní sítě a použity telefonní ústřednou pro směrování hovorů. [5]

3.5 Další analogová zařízení

Zatím byl zmíněn pouze standardní analogový telefon. K PSTN (veřejná telefonní síť) však přistupují pomocí analogové lokální smyčky také další druhy telefonů a telefonních systémů, například dvojnásobné přípojky nebo PBX (pobočková ústředna). Tyto systémy jsou běžné ve firmách a kancelářích kde je více uživatelů, jelikož umožňují sdílet systém linek vedoucích k PSTN.

3.5.1 Podvojn e p ıpojky

Podvojn e p ıpojky se p ıpojuj ı ke standardním telefonním link ım vedoucím z místní ústředny a v principu napodobují funkci standardního telefonu. P ıchoz ı hovory jsou posílány ke v šem telefonním p ıstroj m, které mají tla t tko pro externí linky. Jelikož podvojn e p ıpojky p ıstupuj ı k telekomunikační společnosti po standardních linkách, není třeba  adn e speciální konfigurace hlavní ústředny. Podvojn e p ıpojky často obsahují p ıdatvn e vlastnosti, jako podržení hovoru, p ıpojen ı, vyhledávání a možnosti p ıedvoleb. Tyto funkce vykonává  ıdic ı jednotka podvojn e p ıpojky. Vzhledem k tomu, že pro spojení s ústřednou jsou použity b e n e telefonní linky má každá linka své telefonní íslo, které je možno volat z vnějšku. Často je potřeba, aby telekomunikační společnost spojila v šechny linky do volací skupiny z důvodu použití jednotliv ıch telefonních  ısel pro externí p ıstup.

3.5.2 PBX

PBX je zkratka pro Private Branch eXchange. Je to telefonní ústředna, umístěná v budově zákazníka, která je schopná navzájem spojovat jednotlivé telefonní p ıstroje a také je p ıpojovat k PSTN. PBX jsou b e n e ve v et ıch organizacích, které vy žaduj ı více telefonů. Na rozdíl od podvojn e p ıpojky má ka d ı telefonní p ıstroj p ıpojen ı k PBX své íslo linky. To umo  ňuje vnitřní spojování hovorů, aniž by byla potřeba externí telefonní linka. P ıchoz ı hovory mohou bít p ıpojovaly k operátorovi, kterí je p ıpojoj ı na p ıslu nou linku, nebo mohou bít automaticky směrovány pomocí dal ıho  ısla, které poskytuje hlavní ústředna. PBX často mají možnost spojení s dal ımi PBX p ıstřednictv ım vyhrazen ıch linek, které se naz v aj ı píčky. PBX také obsahuje zvláštní typy rozhraní jak pro spojení mezi dvěma PBX, tak pro spojení PBX s hlavní ústřednou.

3.6 Typy rozhraní a metody signalizace

V ıše popisovaní p ıklad ilustroval funkci b e n ıho telefonu, kterí pou ıv a techniku uzavírání lokální smyčky pro indikaci vyvěšení. Podvojn e p ıpojky a PBX, které mají podporovat v et ı skupiny u ıvatel , potřebují dokonalej ı signalizační techniky. Tyto systémy vy žaduj ı rychlej ı a p ıesn ej ı metody pro obsazování telefonních linek a také spolehliv ej ı metody pro p ıed v n ı informací o vyt a en ıch  ıslech. Pou ıv n ı takov ıch systémů vy žaduje dal ı typy rozhraní, které vyhovují zvy šen ım požadavkům na signalizaci a vytáčení.

3.6.1 Typy hlasových rozhraní

FXS

FXS znamená Foreign eXchange Station. Je to běžně používané analogové telefonní rozhraní. Toto rozhraní se používá pro připojení základních telefonních zařízení, jako například telefonů, modemů, faxů, podvojných linek a analogových PBX. Rozhraní FXS používá standardní RJ-11 dvoudrátový konektor a chová se jako PSTN.

FXO

FXO znamená Foreign eXchange Office. Port na telefonu je typu FXO, pokud umožňuje komunikaci s přepínáním hlavní ústředny. Routery, které umožňují přenos hlasu, používají FXO porty jako rozhraní k PSTN. FXO port se chová jako standardní telefon, který vyžaduje vyzváněcí tón pro uskutečnění hovoru. Používá standardní modulární konektor RJ-11.

E&M

E&M signalizace se běžně nazývá „ear and mouth“ (ucho a ústa), ačkoliv ve skutečnosti označení pochází z termínů „earth and magnet“ (zem a magnet). „Zem“ představovala elektrickou zem a „magnet“ představoval elektromagnet, používaný pro generování tónů. E&M provádí signalizaci vyvěšení a zavěšení, minimalizuje riziko současného obsazení spoje volajícím i volaným. Všeobecně se používá pro propojení mezi PBX nebo pro příčkové propojení ústředen.

Vyvěšení a příchozí hovory jsou signalizovány pomocí jednoho z pěti typů signalizace E&M. Jelikož tato rozhraní neposkytují vyzváněcí tón, používají pro vytáčení jednu ze tří signalizačních technik. Jsou to okamžitý start, start po výzvě a zpožděný start. [3]

3.6.2 Signalizační techniky FXO/FXS

Aktivace uzavřením smyčky

Vyvěšením telefonu dojde ke spojení vodičů tip a ring. Následně dochází mezi telefonním přístrojem a ústřednou k uzavření místní smyčky. Telefonní ústředna zjistí, že telefon je vyvěšen a reaguje vysláním volícího tónu na linku. Položením sluchátka do vidlice telefonu se přeruší obvod a proud přestane protékat místní smyčkou. Ústředna toto rozpozná a rozpojí hovorovou trasu.

Aktivace uzemněním smyčky

PBX používá metodu aktivace uzemněním smyčky pro signalizaci stavu vyvěšení. Tato metoda minimalizuje riziko, že obě strany linky (strana PBX a strana telefonního přístroje) budou vyvěšeny současně. U obvodů s aktivací uzavřením smyčky toto riziko existuje, protože čekání mezi jednotlivými vyzváněcími tóny dává až 4 sekundy, kdy se na linku může dostat příchozí hovor. Kolize příchozích a odchozích hovorů se nazývá oboustranné obsazení. Aktivace uzemněním vysílá nepřetržitě signál o vyvěšení čímž se prakticky oboustranné obsazení linky vyloučí.

3.6.3 Techniky signalizace E&M

Čtyř nebo šesti-drátové zapojení stanovuje počet vodičů používaných pro vysílání zvukových signálů z a do telefonního zařízení. Signalizace E&M definuje pro každý spoj stranu signalizace a stranu vedení. Strana signalizace posílá indikaci vyvěšení a zavěšení po vodiči M, zatímco strana vedení po vodiči E. Toto poskytuje vyhrazenou signalizační cestu každé straně linky. [8]

4 Teoretická východiska - IP telefonie

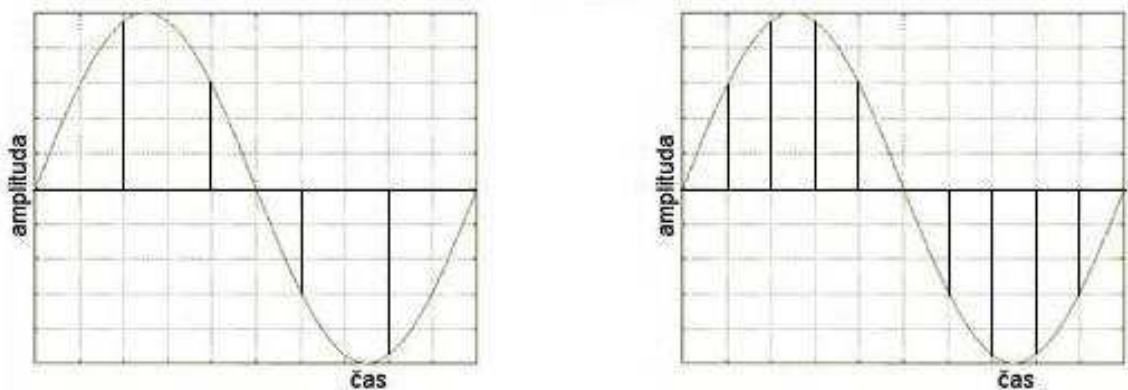
4.1 Přenos hlasu

Při analogovém přenosu hlasu na dlouhé vzdálenosti bývá problém se ztrátou signálu. Aby se tomu zabránilo, používají se na cestě signálu zesilovače. Bohužel, zesilovače zesílí jak hlasový signál, tak jakýkoliv šum, který vzniká ve vzdálených obvodech. Hlasovému signálu se snižuje zřetelnost, zvyšuje se poměr šumu a užitečného signálu, a tím se výstupní signál stává nepříjemný. Tento problém omezuje účinnost a dosah spojení, která jsou založena na analogovém přenosu. Digitální přenos tato omezení nemá. Vzhledem k tomu, že se vysílají pouze hodnoty 0 a 1, snadno se odliší signál od šumu. Podobně se obnovuje původní signál a eliminuje se jakýkoliv šum. Toto umožňuje digitálnímu přenosu překlenout větší vzdálenosti, zatímco ztráty signálu a poměr signál/šum na síti zůstává přijatelný. Digitální přenos má tedy své výhody, ale vyžaduje i něco navíc. Je třeba zavést metody a zařízení pro konverzi hlasových signálů, které jsou analogové povahy, do digitální formy.

Řešením je pulsně-kódová modulace neboli PCM. Princip PCM je založen na vzorkování zvukového signálu v pravidelných intervalech a zakódování číselné hodnoty jeho okamžité amplitudy v každém z těchto intervalů. Po konverzi se číselné hodnoty vysílají přes digitální obvody jako binární 0 a 1. Příjemací stanice pak použije tyto číselné hodnoty pro obnovení vlnové formy a vytvoří nový analogový signál shodný s původním analogovým signálem. [21]

Jeden z faktorů, které ovlivňují kvalitu PCM hlasu, je počet vzorků za sekundu. Čím častější jsou vzorky, tím přesněji lze obnovit tvar původního signálu. Obrázek č. 1 představuje rozdíly mezi dvěma rychlostmi vzorkování. Jednotlivé vzorky jsou představovány sloupcem v každém grafu. Pravá část zobrazuje použití dvojnásobné rychlosti vzorkování proti levé. Je zřejmé, že vzorky na pravém obrázku lépe aproximují skutečnou křivku, než sloupce na obrázku levém, které postrádají úplnou modulaci zvukové vlny. Určení optimální rychlosti vzorkování pro přenos hlasu se tedy stalo důležitou oblastí výzkumu.

Obrázek č. 1 – Vzorkování



Zdroj: UHK, upraveno <<http://lide.uhk.cz/fim/student/kubaji1/digitalizace.htm>>

Nyquistův teorém říká, že pokud má být možno dostatečně přesně obnovit analogový signál, tak tento signál musí být vzorkován dvakrát vyšší frekvencí, než je jeho frekvence maximální. Jinými slovy, pro dostatečně přesnou obnovu signálů s frekvencemi do 1000 Hz musí být signál vzorkován s frekvencí 2000 Hz. Takto vzniklých 2000 číselných vzorků musí být během sekundy digitálně zakódováno. Jestliže by velikost vzorků byla 1 byte, bylo by pro přesné určení původního signálu potřeba přenosové rychlosti 16384 b/s ($2048 \text{ vzorků/s} \cdot 8 \text{ bitů}$). Běžné hlasové signály pracují s frekvencemi od 300 do 3400 Hz. Aby bylo možné vysílat tento frekvenční rozsah, bylo zvoleno 4000 Hz jako horní hranice. Použitím Nyquistova teorému vychází minimální rychlost vzorkování 8000 Hz. PCM proto vzorkuje analogový hlasový signál rychlostí 8000 vzorků/sec. [21]

Dalším problémem je zakódovat tvar signálu během intervalu vzorkování. Aby se správně mapovala amplituda signálu do digitálních hodnot, je třeba použít shodných metod transformace. Čím větší je rozsah možných hodnot, tím přesnější může být reprezentace analogového signálu. Avšak použití velkého rozsahu hodnot vyžaduje další bity. Například použití osmibitového datového pole poskytuje 256 různých hodnot, zatímco šestnácti-bitové datové pole poskytuje 65356 různých hodnot pro kvantifikaci amplitudy. Pro omezení množství dat nutných pro uložení velikosti amplitudy se používá osmibitová reprezentace. Kvůli zvýšení možného rozsahu amplitudy bez zastínění signálů o nižší úrovni se provádí logaritmické kódování hodnot při osmibitovém rozsahu. Potom se díky účinné kompresi představuje osmibitové pole amplitudové hodnoty reálné velikosti 12 až 13 bitů. Těží se z toho, že logaritmizace poskytuje jemnější rozlišení pro signály

s nízkou amplitudou a hrubší rozlišení pro signály s vyšší amplitudou. Postup komprese a dekomprese se nazývá kompanze. Logaritmický parametr použitý při kódování se označuje jako kompander.

Dnes se používají dva rozdílné kompandery, což vede ke dvěma rozdílným kódovacím schémátům. Ty se nazývají „u-law“ a „a-law“. U-law se používá ve Spojených státech a Japonsku, zatímco a-law se používá v evropských sítích. Výběr kódového mechanismu je většinou daný normou příslušné země. [21]

Z výše uvedených informací vyplývá, že PCM používá rychlost vzorkování 8000 Hz a v každém intervalu se generuje osmibitová hodnota amplitudy. To znamená, že požadavek na šířku pásma je 64 Kb/s ($8000 \text{ vzorků/sec} * 8 \text{ bitů/vzorek} = 64000 \text{ b/s}$).

4.2 Signalizace při přenosu digitálního hlasu

Konverze analogových hlasových signálů na digitální představuje pouze část celého problému. Druhou částí je komunikace za podmínek standardní telefonie a směřování hovorů po síti. Tato komunikace je svázána se standardním souborem signalizačních technik. Signalizace v digitálních sítích může probíhat více způsoby. V klasických telekomunikačních sítích se v případě systémů s analogovým telefonním přenosem potřebné signalizační informace přenášely hovorovým kanálem, tzn. zvlášť pro každý hovorový kanál. S nástupem digitálních spojovacích systémů byl k přenosu signalizace vytvořen oddělený signalizační kanál.

4.2.1 Signalizace přidružená ke kanálu

Signalizace přidružená ke kanálu (CAS – Channel Associated Signalling) znamená to, že řídicí signály a zprávy přiřazené hovorovým kanálům se přenášejí buď přímo po hovorovém kanálu, nebo po individuálním signalizačním kanálu. [22]

4.2.2 Signalizace společným kanálem

Signalizace společným kanálem (CCS – Common Channel Signalling) znamená, že je k více komunikačním kanálům vytvořen jeden společný signalizační kanál. V tomto kanálu se řídicí signály a zprávy přenášejí zpravidla digitálně jako tzv. signalizační zprávy. Velkou výhodou této signalizace je efektivnější využívání kapacity signalizačního kanálu

a zkrácení doby sestavování spojení. Zároveň signalizace umožňuje přenos signalizačních zpráv nejen kdykoliv během spojení, ale i před sestavením spojení, popřípadě i bez jeho sestavení, což umožnilo zavést nové doplňkové služby. [22]

4.3 Signalizace vyvěšení a zavěšení

Stejně jako u analogových obvodů se i koncové body v digitálních obvodech potřebují navzájem informovat, kdy chtějí použít obvod pro uskutečnění hovoru a jeho ukončení. Podobně existuje několik technik pro signalizaci

4.3.1 Signalizace E&M

Používá se u PBX a poskytuje prostředky pro provolbu a dvoucestné vytáčení. Dělí se na tři rozdílné typy:

- E&M okamžitý start
- E&M Feature Group B
- E&M Feature Group D

Každý má jiný mechanismus pro zahájení vytáčení. Všechny tři typy nastavují při zavěšení bity A a B na 0 a při vyvěšení na 1.

4.3.2 FXS aktivace uzavřením smyčky a uzemněním

Jelikož obvod E1 je stále aktivní, proces uzavírání lokální smyčky nebo uzemnění se ve skutečnosti neprovádí, spíše se simuluje použitím bitů A a B.

FXS aktivace uzavřením smyčky

Při tomto způsobu signalizace se používá následující pravidlo. Pouze zařízení CPE nastavuje bit A. Používá 0 pro zavěšení a 1 pro vyvěšení. Síť může nastavit pouze bit B, přičemž nastavuje 1 pro stav vyzvánění a 0 v opačném případě. Pro odchozí hovory nastaví CPE zařízení pouze bit A do 1 a pošle vytáčené číslo. Pro příchozí hovory síť přepíná bit B mezi 1 a 0 podle známého signálu 2s zvonění, 4s mezera. Jakmile CPE odpoví a nastaví A bit do 1, síť vynuluje bit B, a ten zůstává vynulován po celou dobu hovoru.

FXS aktivace uzemněním smyčky

V tomto případě CPE zařízení používá pouze bit A a nastavuje 0 pro zavěšení a 1 pro vyvěšení. Síť používá bity A i B. Bit A indikuje, že obvod je otevřen (při $A = 0$) nebo uzavřen (při $A = 1$). Bit B se používá pro indikaci vyzvánění s opačnými hodnotami, než v případě aktivace uzavřením smyčky. Tedy $B = 0$ pro vyzvánění, $B = 1$ v opačném případě. Proces je podobný jako při aktivaci uzavřením smyčky kromě toho, že síť indikuje stav vyvěšení pomocí bitu A.

4.4 Komprese hlasu

Náklady na přenos hlasového toku můžeme snížit kompresí. Jak již bylo zmíněno, standardní digitalizace hlasu PCM vzorkuje analogový signál 8000krát za sekundu, přičemž generuje osmibitovou hodnotu pro každý vzorkovací interval, což vede k datovému toku 64 Kb/s. Jelikož digitalizovaný hlas je jednoduše proud nul a jedniček, mohou být použity různé algoritmy pro kompresi.

4.4.1 Algoritmy komprese

Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)

ADPCM je variantou kódování založeném na tvarovém průběhu signálu. Počítá rozdíly v průběhu signálu mezi jednotlivými vzorky a stejně tak velikost změny jeho amplitudy. Může generovat 2, 3, 4 nebo 5 datových bitů během každého vzorkovacího intervalu, což vede ke snížení požadavků na šířku pásma na 16, 24, 32 nebo 40 Kb/s. ADPCM se často používá na úrovni 32 Kb/s, kde poskytuje v porovnání s PCM shodnou kvalitu hlasu, a přitom úsporu pásma v poměru 2:1. Při nižších přenosových rychlostech je již kvalita hlasu znatelně horší. ITU-T (telekomunikační sektor mezinárodní telekomunikační unie) popisuje ADPCM v doporučení G.726.

Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Predictor (CS-ACELP)

Je pokračovatel LD-CELP, zpracovává 16ti-bitová PCM data a pro vysílání vytváří matematickou aproximaci časového průběhu. CS-ACELP načte 80 PCM rámců (10ms) a zmapuje je do deseti osmibitových kódových slov z knihy kódů. Implementace této metody spojuje dva 10ms vzorky do jednoho rámce. Navíc provádí redukci šumu a syntézu kroku pro zvýšení

kvality hlasu. Deset osmibitových kódových slov znamená 80 bitů dat každých 10ms. V porovnání se standardní PCM zmenšuje požadavek na šířku pásma v poměru 8:1. [21]

Low Delay Code Excited Linear Predictor (LD-CELP)

LD-CELP sleduje proud 16ti-bitových PCM dat a z každých pěti vzorků vytváří 10ti-bitový ukazatel do knihy kódů. Jinými slovy, vyhodnotí pět vzorků z proudu PCM, vyhodnotí typ časového průběhu a k tomuto hlasovému segmentu přiřadí jednoduchý desetibitový ukazatel. Potom seskupí čtyři následující desetibitové ukazatele do podrámce. Jelikož LD-CELP generuje 10 bitů dat každých 625 μ s (5 PCM vzorků), vysílá rychlostí 16 Kb/s. LD-CELP je popsán v doporučení ITU-T G.728.

4.4.2 Srovnání technik kódování hlasu

Míra kvality hlasu je subjektivní. Každý člověk reaguje na jednotlivé techniky komprese jinak. Pro hodnocení kvality těchto technik bylo vyvinuto měřítko MOS (Mean Opinion Score). Hodnota MOS se určuje tak, že zkušební posluchači hodnotí kvalitu různých zvukových vzorků zpracovaných těmito technikami známkami 1 až 5, kde známka 5 je nejlepší. Zprůměrováním těchto známek dostaneme ohodnocení MOS. Tabulka č. 1 obsahuje různé kompresní techniky spolu s jejich přenosovými rychlostmi, hodnoceními MOS, nároky na výpočetní výkon pro kompresi a zpožděními. [22]

Tabulka č. 1 – kompresní techniky

Kódování	ITU-T standart	Přenosová rychlost kodeku (kbps)	MOS	Výkon procesoru (MIPS)	Zpoždění kódováním (ms)
PCM	G.711	64	4,1	0,75	0.75
ADPCM	G.726	32	3,85	14	1
LD-CELP	G.728	16	3,61	30	3-5
CS-ACELP	G.729	8	3,92	20	10
CS-ACELP	G.729a	8	3,7	11	10
MP-MLQ	G.723.1	6,3	3,9	16	30
ACELP	G.723.1	5,3	3,65	20	30

Zdroj: Cisco, upraveno <http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note09186a00800b6710.shtml>

Z tabulky jsou zřejmé rozdíly mezi jednotlivými schémata kódování. PCM používá větší šířku pásma, ale ohodnocení MOS má nejvyšší. Zároveň spotřebovává nejmenší část výkonu procesoru a tím způsobuje i nejmenší zpoždění. Toto dělá PCM lacinou při instalaci

a vysoce efektivní při přenosu hlasu na velké vzdálenosti. Naopak CS-ACELP poskytuje podstatné úspory šířky pásma za cenu zvýšených požadavků na procesor, zvýšeného zpoždění a nižšího ohodnocení MOS.

4.4.3 Faktory, které ovlivňují kvalitu hlasu

Kvalita hlasu je ovlivněna každým algoritmem provádějícím kompresi. Dobrou kvalitu hlasu docílíme pouze pokud algoritmus komprese bude schopen přesně rekonstruovat hlasový signál v přijímací stanici. Ohodnocení MOS dává představu, jak dobře se s tímto úkolem vyrovnávají jednotlivé algoritmy. Výběr správného algoritmu musí vždy vyhovovat požadavkům uživatelů. V některých případech to znamená použít standardní 64 Kb/s PCM.

Detekce ticha

Detekce ticha neboli VAD (voice activity detection) je technika používaná procesory DSP (digitální signální procesor). Tato technika snižuje objem hlasového provozu automatickým zjišťováním tichých míst při konverzaci a během těchto okamžiků pozastavuje vysílání. Přibližně 50% vysílací doby je při většině konverzací tichá. Je to díky tomu, že zatímco jedna strana hovoří, druhá zpravidla tiše naslouchá.

VAD vyhodnocuje energii hlasového signálu a frekvenci příchozího hlasového signálu. Je tu však problém, který spočívá ve správném určení, kdy se řeč zastavila, a kdy znovu začala. Po vyhodnocení konce řeči VAD čeká přibližně 150ms, a teprve poté pozastavuje proces paketizace. Tato prodleva pomáhá zabránit tomu, aby VAD usekávalo závěrečné části hovoru, nebo aby se paketizace pozastavovala při krátkých pauzách během řeči. Podobně zavádí kodek zpoždění (5ms) pro pozdržení hlasové informace pro případ, že řeč je znovu detekována. To znamená, že když VAD zjistí opětovnou přítomnost hlasového signálu vyše spolu s probíhajícím hlasovým signálem i předchozích 5ms hlasového vzorku. Toto zpoždění redukuje odříznutí počátečních okamžiků řeči. [4]

Echo

Echo je způsobeno elektrickými odrazy v hlasové síti. Tyto odrazy jsou obvykle způsobeny odlišnými impedancemi mezi čtyř-drátovým připojením k ústředně a dvou-drátovou lokální smyčkou. Malá část ozvěny je vždy přítomná a ve skutečnosti mluvčí

zpravidla vítá, že slyší ve sluchátku svůj vlastní hlas. Avšak ozvěna, která je zpožděna o více než 150ms, mluvčího ruší.

PSTN řeší problém ozvěny dvěma způsoby. Jeden způsob je snížení energie signálu, čímž poklesne energie ozvěny. Druhý způsob je použití omezovačů ozvěny. Ty jsou umístěny mezi přípojkou na hlavní ústředně a převodníkem v lokální smyčce. V paketové síti jsou tyto obvody často integrovány do DSP, který se používá pro paketizaci. Funkce omezovačů spočívá ve sloučení odraženého signálu s jeho přesným doplňkem. Omezovač si zapamatuje hlas, který jím prošel a při vracející se ozvěně aplikuje inverzi původního vzorku.

DSP v paketových sítích nabízí integrované omezování ozvěny. Aby se toho dosáhlo, rezervují DSP paměťový prostor pro záznam zpracovávaných signálů a uchovávají je po dobu, co čekají na vracející se ozvěnu. Čas, po který může DSP čekat, je omezen velikostí paměti procesoru DSP.

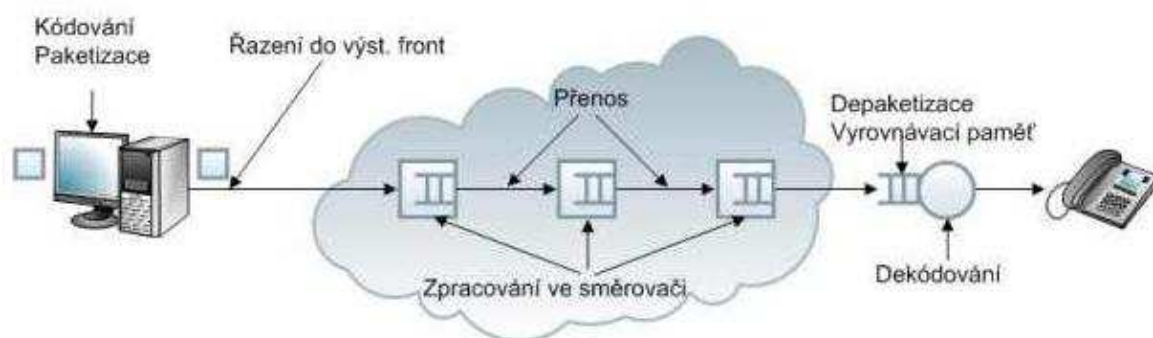
Omezovače ozvěny umožňují budování sítí s většími zpožděními, než jsou u telefonních sítí, protože ozvěna je odstraněna blíže ke svému zdroji. [6]

Zpoždění

Zpoždění je důležité, protože má přímý vliv na vnímání kvality telefonního hovoru. Zvýšené zpoždění přináší mluvčímu přeslechy a ozvěnu. Hovory s nadměrným zpožděním jsou pro účastníky obtížné, protože prodlužují čas mezi odpověďmi a je náročné udržet synchronní konverzaci. To vytváří situace podobné zahlcení datové sítě. Mluvčímu může při čekání na odpověď dojít trpělivost a zopakuje otázku, přestože odpověď je již na cestě.

K rušivé ozvěně dochází, když zpoždění mezi koncovými body sítě je větší než 150ms. V tomto případě ozvěna ruší mluvčího a začíná snižovat kvalitu hovoru. Efektivním prostředkem k omezení tohoto problému jsou již výše popsané omezovače ozvěny.

Obrázek č. 2 – Zdroje vzniku zpoždění v IP telefonním systému



Zdroj: ČVUT <<http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2008050003>>

Zpoždění je složeno ze dvou částí:

- Zpoždění vlivem omezené rychlosti šíření odpovídá rychlosti, se kterou elektrony prochází měděnými vodiči sítě, aby doručily vysílanou zprávu. Toto zpoždění je velmi malé, jelikož se elektrony v mědi šíří rychlostí 10 000 000m/s. To odpovídá přibližně 30ms při délce spoje 300km. Toto zpoždění by nemělo být zaměňováno se zpožděním vlivem serializace, což je čas potřebný k vyslání dat na linku. Serializační zpoždění závisí pouze na přenosové rychlosti obvodu.
- Zpoždění vlivem zpracování je způsobeno všemi prvky, které zpracovávají hlasový provoz během přenosu. Následující položky zvyšují zpoždění při přenosu hlasu po IP sítích:
 - digitalizace analogového hlasového signálu
 - komprese digitálního hlasového signálu
 - paketizace hlasového provozu
 - řazení paketizovaného hlasu
 - přenosové a serializační zpoždění na počátečních spojích sítě
 - zpoždění, způsobená řazením a serializací ve všech mezilehlých prvcích sítě (routery, LAN switche, WAN switche, LAN/WAN spoje)
 - příjem a řazení paketů v cílové stanici
 - depaketizace hlasového provozu
 - dekódování digitálního hlasového signálu

- převod digitálního signálu na analogový hlasový signál

Z těchto položek je při konfiguraci WAN nejdůležitější zpoždění vlivem řazení a serializace. [2]

Rozptyl

Rozptyl se vztahuje k měnící se četnosti paketů přicházejících ze sítě, způsobené rozdíly ve zpoždění. To je způsobeno zejména:

- řadícím zpožděním
- proměnnou délkou paketů
- relativní zátěží na mezilehlých spojích

Pro odstranění rozptylu používají hlasová zařízení přehrávací buffer. Tento buffer pozdrží pakety tak dlouho, dokud nedorazí nejpomalejší paket z důvodů dodržení časové posloupnosti jejich zpracování. Myšlenka odkládání paketů před jejich zpracováním je pravým opakem myšlenky minimalizace zpoždění. Je to však bohužel nutné zlo. Jelikož rozptyl nemůže být vyloučen, musí být buffer pečlivě vyladěn tak, aby poskytoval optimální doručování paketů při minimálním zpoždění. Proces, který obsluhuje buffer, začíná s minimální a maximální velikostí bufferu (měřenou v ms). Během své činnosti neustále vyhodnocuje četnost příchozích paketů a dynamicky přiděluje velikost bufferu tak, aby podporoval měnící se podmínky na síti. V prostředí s malým zpožděním se tento buffer redukuje na minimum, kdežto v prostředích s vysoce rozdílným zpožděním se pomalu přizpůsobuje situacím s nižším zpožděním a rychle reaguje na nárůst zpoždění. Udržování přiměřené velikosti bufferu zajistí, že ztráty paketů budou minimální. Absolutní zpoždění je řízeno dodržováním maximálního zpoždění při řazení. [22]

Ztráty paketů

Ztráty paketů mají nepříznivý vliv na kvalitu hlasu. Je velice nepříjemné, pokud je hlasový provoz přenášen datovou sítí, ve které se používá ztráta paketů jako prostředek ochrany sítě proti přetížení. V případě čistě datové komunikace koncové stanice opětovně vyšlou ztracená data a sníží svoji komunikační rychlost. V případě hlasu není na opětovné vyslání čas, a proto se musí přizpůsobit hlasový software. Kromě ztráty paketů způsobenou mezilehlými prvky sítě mohou být ztráty v hlasových sítích také zapříčiněny zpožděními,

keré překročí toleranci bufferu eliminujícího rozptyl. Pokud se paket ztratí, může kodek na základě znalosti jednoho nebo více předchozích paketů odhadnout, co mohl ztracený paket obsahovat. Tato technika pomáhá zakrýt ztráty jednotlivých paketů, ale nelze ji použít pro vyrovnání ztráty několika paketů za sebou. V případě ztráty několika po sobě jdoucích paketů kodek jednoduše zařadí tiché periody. Použití těchto technik se statisticky zaznamenává, aby se lépe určily vlivy sítě na kvalitu hlasu. [21]

Kaskádní řazení

Některé návrhy sítí vyžadují, aby byl veškerý hlasový provoz směřován na centrální telefonní ústřednu a z ní dále k cíli. Je to trochu podobné hierarchické IP síti, kde centrální router je zodpovědný za směrování provozu mezi vzdálenými podsítěmi. Tento typ konfigurace může mít nepříznivý vliv na kvalitu hlasu ze dvou hlavních důvodů, kterými jsou opakovaná komprese a zpoždění.

Aby mohl router podporující přenos hlasu směřovat provoz na telefonní ústřednu, musí zpracovávat VoIP pakety a dekodovat je. Jelikož algoritmy komprese nejsou bezztrátové, nevytváří přesnou repliku původního signálu. Telefonní ústředna pak obdrží poněkud pozměněný signál a přepojí jej na výstup. Následně router provede kompresi a paketizaci tohoto mírně změněného signálu. Výsledek je ten, že na výstupním routeru je kvalita signálu zhoršena. Ohodnocení MOS podle G.729 je 3,92 pro jeden komprimační cyklus. Jestliže proběhne komprese dvakrát, MOS se sníží na ještě přijatelných 3,27. Pokud z nějakého důvodu proběhne třetí komprese a dekomprese, ohodnocení MOS může klesnout až na nepříjemných 2,68.

Zpoždění vzrůstá také vlivem dalšího požadovaného zpracování. Paketizace, řazení a kódování zdvojnásobí zpoždění stejně jako zpoždění spojená se serializací a přenosem po síti. Součet těchto zpoždění může při hlasovém volání často přesáhnout 150ms.

Znehodnocení hlasového signálu může být sníženo použitím standardního PCM kódování, které také snižuje kódovací zpoždění v routerech. Tím se však podstatně zvýší požadavky na šířku pásma, a díky tomu nelze toto řešení vždy použít. Použití kaskádového přepínání se musí pečlivě plánovat a všeobecně je třeba se mu vyhýbat. Je třeba se snažit směřovat pakety přímo k jejich cílovým stanicím. Vyloučení průběžných cyklů komprese a dekomprese přináší podstatně lepší kvalitu hlasu a redukuje zpoždění.

4.5 VoIP signalizace, adresování a směrování

VoIP signalizace zahrnuje tři odlišné oblasti: signalizaci z PBX směrem k routeru, signalizaci mezi routery a signalizaci od routeru k PBX.

Při signalizaci od PBX k routeru uživatel zvedne sluchátko a signalizuje stav vyvěšení. Spojení mezi PBX a routerem se jeví jako příčková linka k PBX, která dává pokyn routeru, aby obsadil příčku. Jakmile je příčka obsazena, PBX zasílá routeru vytočené číslice stejným způsobem, jako by je předávala telefonní ústředně nebo jiné PBX. Signalizačním rozhraním od PBX k routeru může být jakákoli běžná signalizační metoda používaná při obsazování příčkových linek, jako například FXS, FXO nebo E&M.

V routeru se pomocí Dial Plan Mapperu převedou vytočené číslice na IP adresy a iniciuje se Q.931 Call Establishment Request (žádost o sestavení spojení) směrem k volanému routeru, který je určen IP adresou. Když volaný router obdrží Q.931 žádost o sestavení spojení, signalizuje PBX obsazení linky. Jakmile PBX potvrdí obsazení linky, router jí zasílá vytočené číslice a signalizuje potvrzení hovoru zdrojovému routeru.

V bezstavových sítích jako je IP zůstává zodpovědnost za ustanovení relace a signalizaci na cílových stanicích. Abychom tedy mohli úspěšně realizovat hlasové služby v IP sítích, jsou nutná rozšíření signálního zásobníku. Například pro základní podporu zvukových a signalizačních proudů je k routeru přidán zprostředkovatel H.323. Pro ustanovení a ukončení hovoru mezi zprostředkovateli H.323 nebo koncovými stanicemi se používá protokol Q.931. V podstatě stejný jako Q.931 je i protokol H.225.

RTCP (Real-time Transport Control Protocol) poskytuje spolehlivou informaci o tom, že zvukový tok dat již byl ustanoven. Pro přenos signalizačních kanálů mezi koncovými stanicemi se používá spolehlivý protokol orientovaný na relace - TCP (*Transmission Control Protocol*). Pro přenos zvukových proudů v reálném čase se používá RTP (Real-time Transport Protocol), který je nadstavbou UDP (User Datagram Protocol). RTP používá jako „dopravní prostředek“ UDP, z důvodů menšího zpoždění než má TCP. Skutečný hlasový provoz totiž toleruje jen velmi malé ztráty paketů a nelze zde použít opakované vysílání (jako např. u TCP), čímž se liší od datového provozu a signalizace.

[22]

V již existujícím uzavřeném intranetu bude existovat plán IP adresování. Očíslovanému schématu IP se hlasová rozhraní budou jevit jako přídatné IP porty, a to buď jako rozšíření již existujícího schématu, nebo s novými IP adresami. Dial Plan Mapper přeloží vytočené číslice z PBX do cílové IP adresy, kterou obdržel z přijímacího VoIP routeru. Když zdrojový router obdrží vytočené číslo, porovná ho s čísly v tabulce. Jestliže tam nalezne shodné číslo, je hovor směrován k příslušnému cílovému routeru. Jednou z mnoha předností IP je dokonalost a vyladěnost směrovacích protokolů. Moderní směrovací protokoly mohou při výpočtu nejlepší cesty zvážit i zpoždění. Existují také rychle konvergující protokoly, které využívají schopností „samoopravitelnosti“ IP sítí. Další vlastnosti, jako jsou například metody směrování a přístupové seznamy, umožňují vytvořit pro hlasový provoz vysoce výkonná a bezpečná směrovací schémata.

4.6 Skupina norem H.323

H.323 je standardizovaný model pro vysílání multimedií (například hlasu) po síti. Umožňuje zařízením ostatních prodejců, které jsou H.323 kompatibilní, vzájemnou spolupráci na základě určitých standardů.

4.6.1 Úvod k H.323

H.323 je pravděpodobně nejdůležitější norma podporující paketizovanou hlasovou technologii. V devadesátých letech byla tato norma definována pro ISDN videotelefony a obrazové konferenční systémy. Původní doporučení H.323 verze 1 z října 1996 bylo převážně zaměřeno na komunikace v prostředí LAN, ale v té době již probíhaly experimenty s hlasovou komunikací po internetu. Tyto první pokusy byly založeny na patentovaných metodách pro sestavování hovorů, kompresi hlasu, vyhledání a upozornění cílové stanice apod. Jak se VoIP stávalo stále rozšířenější, rostla potřeba standardní metody pro poskytování hlasové komunikace. V roce 1998 vedly experimenty s posíláním hlasu po internetu k potřebě nových norem a nových aplikací, jako například telefony založené na PC, mající schopnost volat analogové telefony. Poslední, šestá verze, byla přijata v červnu roku 2006. Kromě norem pro řízení a sestavování hovoru, zahrnuje norma H.323 protokoly: [22]

- Zvuk - algoritmy pro kompresi zvuku, které podporuje H.323, jsou G.711, G.722, G.723, G.726, G.728 nebo G.729. Zvuk je minimální služba poskytovaná normou H.323, a tudíž všechny H.323 terminály musí mít přinejmenším jeden zvukový kodek.
- Obraz - obrazové schopnosti jsou v H.323 volitelné. Avšak každý H.323 terminál, který má umožňovat přenos obrazu, musí podporovat ITU-T H.261 kódovací a dekódovací doporučení.
- Data - pro datové konference se H.323 odkazuje na specifikace normy ITU T.120. Tato norma určuje datové konference mezi dvěma a více účastníky. Poskytuje možnosti spolupráce v úrovni aplikací, sítě a přenosu.

H.323 může být použita v různých sestavách, jako například:

- Pouze zvuk (IP telefonie)
- Zvuk a obraz (video telefonie)
- Zvuk a data
- Zvuk, obraz a data
- Multimediální komunikace s více účastníky

4.6.2 H.323 komponenty

Norma H.323 určuje čtyři odlišné komponenty tak, aby umožňovaly multimediální komunikační služby pro dva a více účastníků.

H.323 terminál

Mezi H.323 terminály patří především IP telefony a PC. H.323 terminál musí mít:

- Síťové rozhraní
- Zvukové kodeky
- H.323 software

H.323 terminály musí podporovat zvuk (G.711 je povinný, G.722, G.723, G.726, G.728 a G.729 jsou doporučené pro sítě s nízkou šířkou pásma). Podpora pro přenos obrazu a dat je volitelná. Pro zajištění řídicích funkcí jsou vyžadovány protokoly H.245 a H.225, pro řazení mediálních paketů se požaduje RTP.

V současné době je již vyráběno mnoho IP telefonů, které podporují H.323 a o podporu terminálové aplikace H.323 může být také snadno rozšířeno jakékoli PC. [21]

H.323 brána

Brány poskytují prostředky pro vzájemnou spolupráci mezi různými telekomunikačními systémy. H.323 brány provádí překlad mezi H.323 komponenty a sítěmi s přepínáním okruhů. Ke kódování, protokolování a mapování řízení hovorů dochází v bránách mezi dvěma koncovými body.

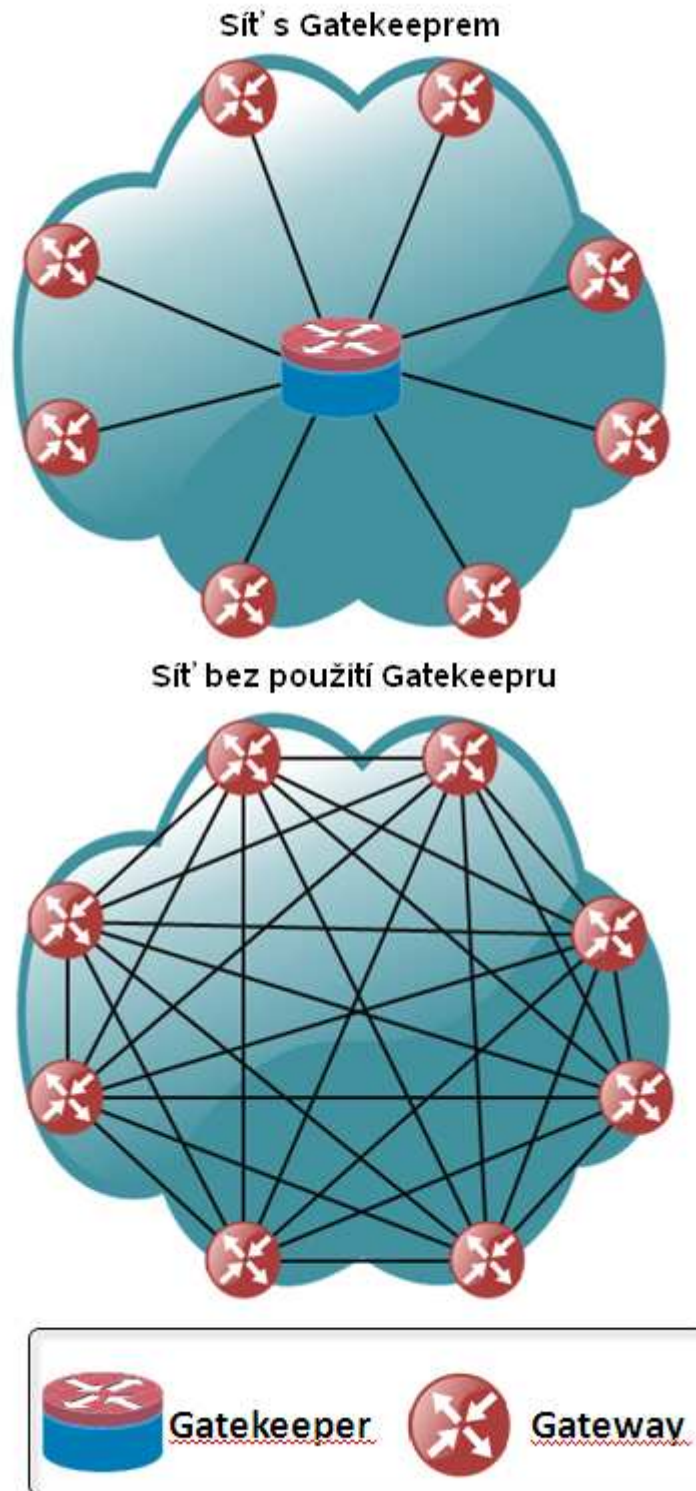
Brány poskytují mnoho funkcí včetně:

- Překlady protokolů - brány působí jako tlumočnické umožňující, aby PSTN a síť pracující s H.323 komponenty mohly spolu komunikovat, sestavovat a ukončovat hovory.
- Převádění formátu - různé sítě kódují informace různým způsobem. Brána převádí tyto informace tak, že obě sítě si mohou informace, například hlas nebo obraz, volně vyměňovat.
- Přenos informací - brána zodpovídá za přenos informací mezi rozdílnými sítěmi, jako jsou PSTN a internet. [21]

H.323 Gatekeeper

Gatekeeper provádí řídicí funkce hovoru a působí jako administrátor pro zaregistrované H.323 koncové body. Gatekeepery jsou považovány za mozek H.323 sítě. V těchto sítích nejsou nutné, avšak pokud jsou použity, koncové body musí používat jejich služby. Velký přínos Gatekeeperu spočívá v použití ve velkých sítích. V případě, že Gatekeeper není použit musí mít každá brána informace o číslovacím plánu bran sousedních. Při použití Gatekeeperu je číslovací plán mnohem jednodušší. Stačí, aby jednotlivé brány předali informaci na Gatekeeper a ten se již postará o správné vyřízení hovoru. Příklad použití Gatekeeperu je na obrázku číslo č. 3. [21]

Obrázek č. 3 – Použití Gatekeeperu v síti



Zdroj: Cisco, upraveno <http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note09186a00800c5e0d.shtm>

Normy H.323 definují několik povinných služeb, které Gatekeeper musí poskytovat.

Přehled povinných funkcí:

- Překlad adres - Gatekeeper musí být schopen přeložit alias adresu na přenosovou adresu. Tato funkce je obzvláště důležitá v případech, kdy se telefon na síti s přepínáním okruhů pokouší volat PC, které je na IP síti.
- Řízení přístupu - H.323 definuje zprávy typu registrace, přístup a stav, nezbytné k autorizaci přístupu na síť. Nedefinuje však pravidla ani metody, které mají být použity pro autorizaci přístupu k síťovým prostředkům. Aby tomu tak bylo, gatekeeper může využívat existující autorizační mechanismy.
- Řízení a správa šířky pásma - gatekeeper musí podporovat RAS (Registration Admission Status) zprávy týkající se šířky pásma, avšak způsob poskytování a správa šířky pásma záleží na poskytovateli. Gatekeeper může rozhodnout, že pro nový hovor není k dispozici žádná šířka pásma, nebo že pro již probíhající hovor není k dispozici taková dodatečná šířka pásma, kterou tento hovor požaduje. Gatekeeper může také probíhajícímu hovoru nařídit, aby používanou šířku pásma snížil. Všechna tato rozhodnutí jsou mimo vliv norem H.323.
- Správa zón – je soubor všech komponentů - terminálů, bran a MCU - spravovaných jednotlivým gatekeeperem. V této zóně musí gatekeeper poskytovat požadované funkce všem koncovým bodům, které se u něj zaregistrovaly.

Multipoint Control Units (MCU)

MCU poskytují podporu konferencí se třemi a více koncovými body. Všechny terminály účastníků se konference jsou spojeny s MCU. MCU spravuje prostředky konferenčního hovoru a vyjednávání mezi koncovými stanicemi, aby určila, který zvukový nebo obrazový kodek se má použít. [21]

Má dvě funkční části:

- Multipoint Controller (MC) - provádí řízení mediálních toků konference. MC má převodní schopnosti, může být umístěn v terminálu, bráně nebo gatekeeperu a je nutný pro veškeré konference.
- Multipoint Processor (MP) - který míchá, přepíná a pouští mediální toky. Není nutný, pokud však chybí, zatěžuje to terminály.

Příklad použití MCU je na obrázku č. 4.

Obrázek č. 4 – Možné použití MCU

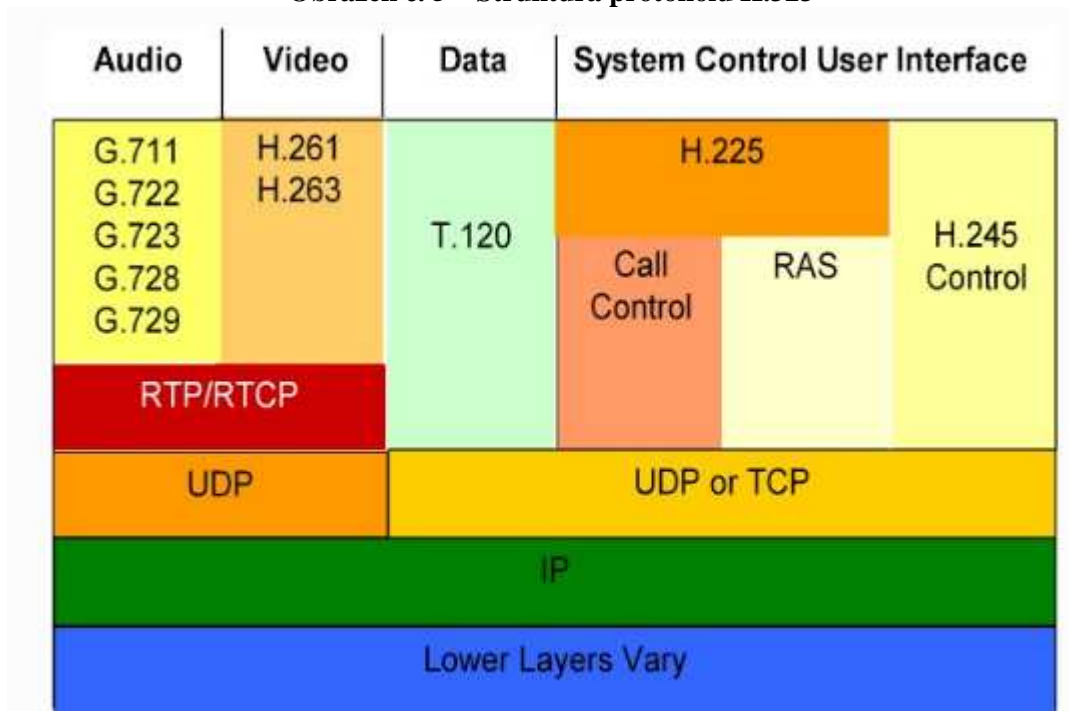


Zdroj: Heanet, upraveno <<http://www.heanet.ie/videoconferencing/tutorial/standards>>

4.6.3 Struktura protokolu H.323

Protokol může být součástí strukturované množiny protokolů, která implementuje komunikační funkce. Tato struktura se označuje jako zásobník protokolů. Protokoly v zásobníku jsou nezávislé části a stojí samostatně, ale mohou používat a být používány dalšími protokoly. Struktura protokolu v grafické podobě je znázorněna na obrázku č. 5.

Obrázek č. 5 – Struktura protokolu H.323



Zdroj: OAS <http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2008/diciembre/ngn-normas_i.asp>

Mediální toky jsou přenášeny pomocí RTP/RTCP. RTP přenáší vlastní mediální informace, RTCP pak stavové a řídicí informace. Signalizace se přenáší spolehlivě po RTCP.

Hlavními komponenty protokolu H.323 jsou:

- IP - adresní protokol používaný pro směrování paketů po internetu nebo intranetu.
- TCP - stavový protokol, který zajistí, že zpráva je správně rozdělena do IP paketů, a na druhém konci je z těchto paketů zkompletována. Je považován za spolehlivou přenosovou službu.

- UDP - bezstavový protokol, který se používá pro posílání dat z jednoho počítače na druhý. Neposkytuje žádné záruky doručení, a tudíž nabízí nespolehlivé přenosové služby.
- Q.931 - provádí sestavení hovoru a jeho řízení, spolu s veškerou signalizací, nezbytnou pro ustanovení spojení mezi dvěma H.323 koncovými body. Poskytuje prostředky pro sestavení, údržbu a ukončení síťového spojení po ISDN. Je definován jako základní protokol pro sestavení hovoru na ISDN.
- Řídící signalizace H.245 - vyměňuje řídicí zprávy ovládající činnost koncových bodů H.323, aby bylo dojednáno využití kanálu a jeho schopností. Řídící zprávy přenášejí informace, které se vztahují k:
 - výměně informací o schopnostech
 - vytváření a uzavírání logických kanálů, které jsou použity pro přenos mediálních toků
 - zprávy řízení toku
 - všeobecné příkazy
- T.120 - protokol používaný pro sdílení dat
- G.7xx - řady zvukových kodeků
- H.26x - řady video kodeků
- RTP - poskytuje přenosové síťové funkce, které jsou vhodné pro aplikace vysílající data v reálném čase prostřednictvím multicast nebo unicast síťových služeb. Pro přenos dat se používá UDP. Možnosti přenosu dat jsou zvyšovány pomocí řídicího protokolu RTCP, který umožňuje monitorování procesu doručování dat způsobem srovnatelným s rozsáhlými sítěmi typu multicast. Poskytuje minimální řízení a identifikační funkčnosti. RTP a RTCP jsou navrženy tak, aby byly nezávislé na nižších přenosových a síťových vrstvách.
- RTCP - řídí přenos pro RTP. Poskytuje zpětnou vazbu o kvalitě distribuce dat. Dále pro zdroje RTP přenáší identifikaci na úrovni transportní vrstvy, která je následně použita v přijímači pro synchronizaci zvuku a obrazu.

- RAS - protokol mezi koncovými body (terminály a branami) a Gatekeeperem. Používá se k provádění registrace, řízení přístupu, změnám šířky pásma a uvolňování koncového bodu od gatekeeperu. RAS používá UDP port 1719.

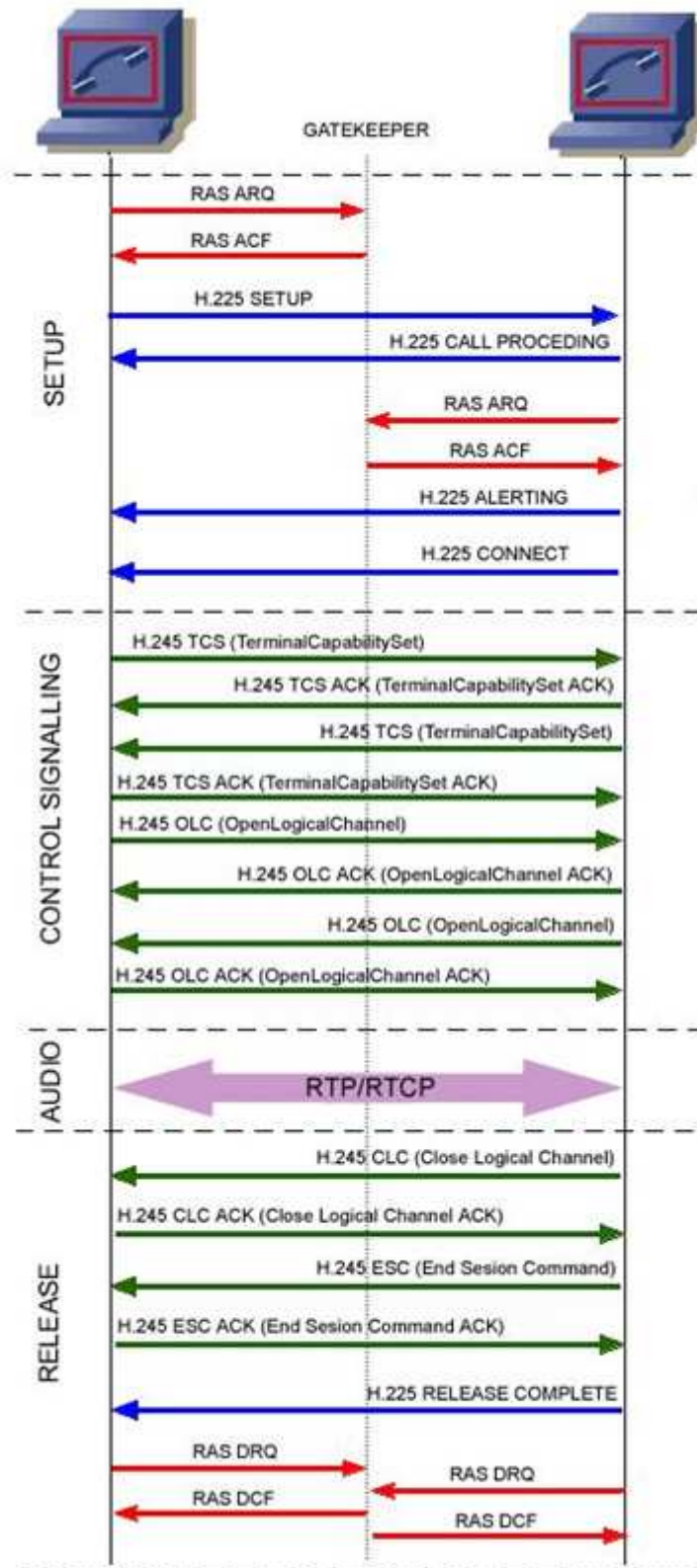
4.6.4 Fáze hovoru H.323

Podle H.323 mohou být spojovací procedury rozděleny do šesti následujících fází:

- zjišťování a registrace
- spojení hovoru
- sestavení hovoru
- přenos hovorové signalizace
- přenos mediálních toků a řízení medií
- ukončení hovoru

Grafický průběh H.323 hovoru můžeme vidět na obrázku č. 6.

Obrázek č. 6 – Průběh H.323 hovoru



Zdroj: Voip Think <http://www.en.voipforo.com/H323/H323_example.php>

Zjišťování a registrace

Během první fáze hovoru gatekeeper prochází procesem zjišťování, kdy určí, u kterého gatekeeperu se musí koncový bod zaregistrovat. Registrace je používána koncovými body pro identifikaci zóny, ke které mohou být přiřazeny. H.323 může poté informovat Gatekeeper o přenosu adres zóny a alias adres.

Spojení hovoru

Předpokládejme, že brány nebo terminály jsou již zaregistrovány. V případě, že si brána X přeje spojit hovor na terminál, který je připojen na bránu Y, brána X pošle zprávu ARQ gatekeeperu, prostřednictvím které žádá o povolení sestavit hovor na telefonní číslo obsluhované bránou Y.

Sestavení hovoru

Jakmile jsou fáze zjištění, registrace a spojení hovoru úspěšně ukončeny, H.323 volání se přesune do fáze sestavení. Pro sestavení spojení brány komunikují přímo. Alternativní metodou pro sestavení volání je signalizace směřovaná Gatekeeperem, kdy všechny zprávy pro sestavení hovoru procházejí právě Gatekeeperem. Sestavení hovoru je založeno na ITU-Q.931, která poskytuje prostředky pro sestavení, údržbu a ukončení spojení v síti ISDN.

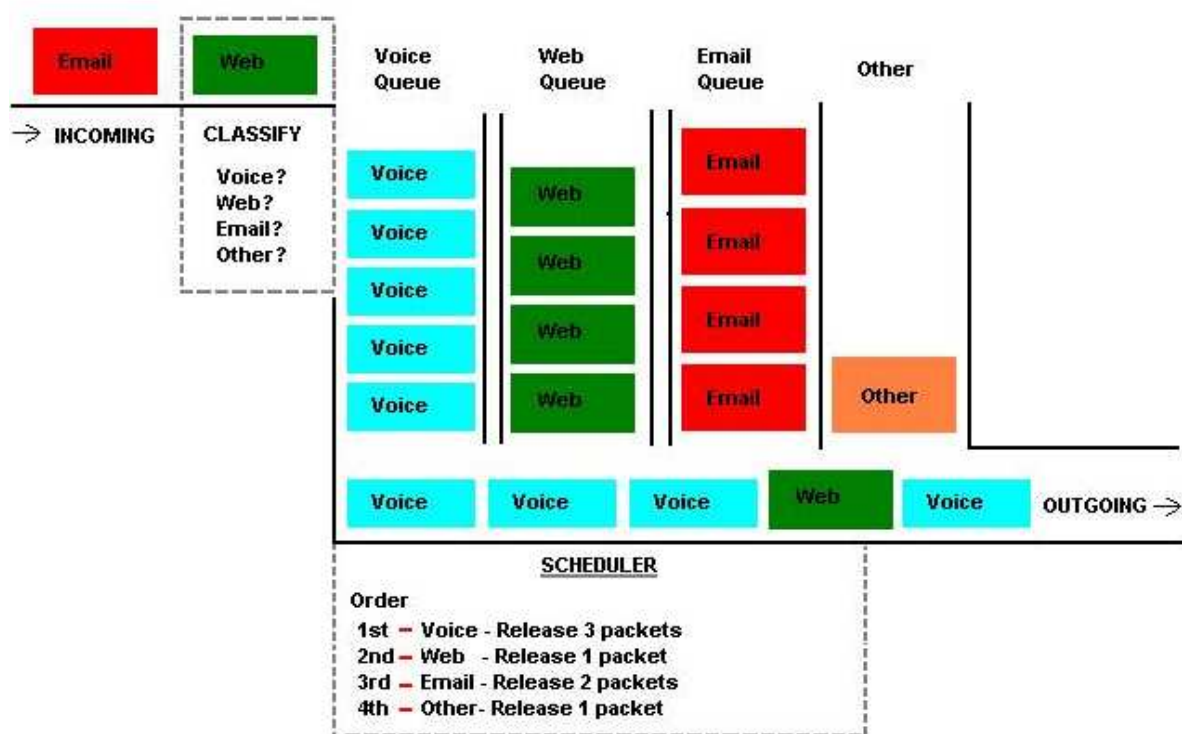
Sestavení logického kanálu

Po sestavení hovoru veškerá komunikace probíhá po logických kanálech. Protokol H.245 se nyní používá pro definování procedur pro správu těchto logických kanálů. Jeden hovor může používat několik logických kanálů různých typů. H.245 Logical Channel Signaling Entity (LCSE) otvírá logický kanál pro každý mediální proud. Kanály mohou být jednosměrné nebo obousměrné.

Toky mediálních proudů a řízení medií

Mediální proudy jsou během H.323 volání řízeny pomocí RTCP. Hlavní funkcí RTCP je poskytování zpětné vazby na kvalitu služeb (QoS) poskytovanou RTP. QoS (Quality of Service) zajišťuje rovnoměrné vyvažování zátěže sítě s ohledem na druh přenášených dat, spravedlivě rozděluje konektivitu mezi jednotlivé služby dle nastavených priorit a zabraňuje přetížení sítě. Grafické znázornění QoS je na obrázku č. 7.

Obrázek č. 7 – Quality of Service (QOS)



Zdroj: IT Pathways <<http://www.it-pathways.com/network-quality-of-service-qos.html>>

U koncových bodů mohou být rozdíly mezi požadovanou a potvrzenou šířkou pásma. Gatekeeper rozhoduje, zda dojde k navýšení šířky pásma, případně může rozhodnout o jejím snížení. Koncové body se musí přizpůsobit odpovědím a požadavkům Gatekeepera.

Ukončení hovoru

Ukončení hovoru zastaví mediální toky dat a uzavře logické kanály. Může být vyžádáno kterýmkoli koncovým bodem nebo Gatekeeperem. Ukončení hovoru zavírá mediální logické kanály, ukončuje H.245 relaci, uvolňuje H.225/Q.931 spojení a potvrzuje Gatekeeperu rozpojení pomocí RAS.

4.8 Media Gateway Control Point (MGCP)

Telefonní brána je síťový prvek, který zaručuje přechod mezi zvukovými signály přenášeny po telefonních spojích. Příklady bran jsou:

- Příčkové brány - tvoří rozhraní mezi telefonní sítí a VoIP sítí. Tyto brány obvykle spravují velký počet digitálních obvodů.
- Hlasové ATM (Asynchronous Transfer Mode) brány - pracují velmi podobně jako VoIP příčkové brány, navíc tvoří rozhraní s ATM sítí.
- Brány v domácnostech - poskytují VoIP sítí tradiční analogové rozhraní (RJ11). Příklady těchto bran jsou kabelový modem, xDSL zařízení, širokopásmové bezdrátové zařízení.
- Přístupové brány - poskytují VoIP sítí tradiční analogové rozhraní (RJ11) nebo digitální PBX rozhraní.
- Firemní brány - poskytují VoIP sítí tradiční digitální PBX rozhraní nebo rozhraní PBX řešené programově.

MGCP je používán pro řízení telefonních bran z externích prvků nazývaných media gateway cotrolers nebo call agents. Je představován jako sloučení SGCP (vytvořené firmou Bellcore) a IPDC (vytvořené firmami Aseend, Nortel a Level 3). Tyto organizace předvíдалy spojení dvou podobných protokolů a posun k jednomu protokolu. MGCP je protokol pro řízení médií, vhodný pro vývoj IP telefonie ve velkém měřítku. Základní myšlenkou je rozložit komponenty brány tak, že se přesune inteligence z "jednoduché" mediální brány na „chytrý“ řadič mediální brány (MGC). [22]

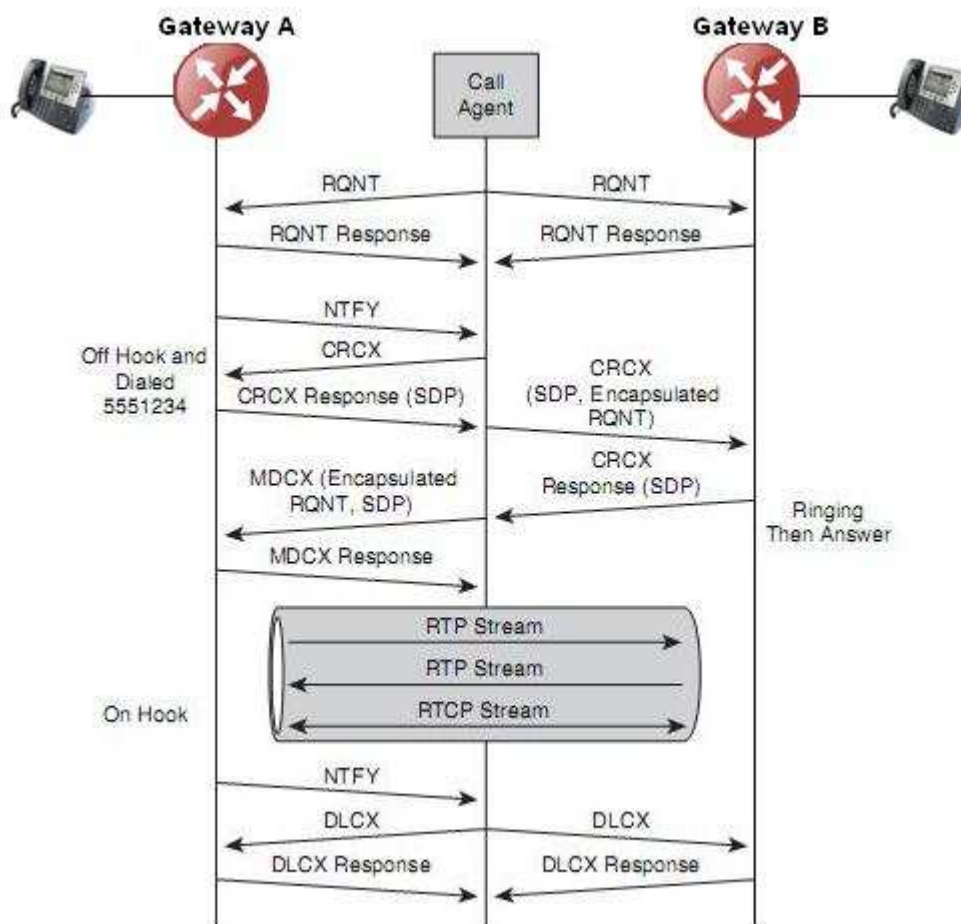
MGCP implementuje rozhraní MGC jako množinu transakcí. Jednotlivé transakce se skládají z příkazu a povinné odezvy na něj.

Je zde osm typů příkazů:

- CreateConnection - vytvoř spojení
- ModifyConnection - uprav spojení
- DeleteConnection - zruš spojení
- NotificationRequest - žádost o upozornění
- Notify - upozornění
- AuditEndpoint - kontroluj koncové body
- AuditConnection - kontroluj spojení
- RestartInProgress - probíhá restart

Postupně se brána stává jednoduchým zařízením, které pouze podporuje PSTN a LAN rozhraní a poskytuje kompresi a paketizaci hlasu, zatímco MGC poskytují inteligenci a řídí jednoduché brány.

Obrázek č. 8 – Průběh MGCP hovoru



Zdroj: Voicetut, upraveno <<http://voicetut.com/cvoice-642-436/call-signaling>>

4.7 Session initiation Protocol (SIP)

SIP je jednoduchý signalizační protokol, založený na SMTP a HTTP. Byl vyvinut pracovní skupinou IETF Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC). SIP určuje postupy pro telefonii a multimediální konference na internetu. Je to protokol aplikační vrstvy, nezávislý na nižších protokolech (TCP, UDP, ATM, X.25). SIP si vzal za vzor protokol Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), který je založen na textu, a Hypertext Transfer Protocol (HTTP), který je založen na architektuře klient-server, ve které klient vyvolává hovory a server na ně odpovídá. Přizpůsobením se již existujícím internetovým

normám se ulehčilo odstraňování poruch a ožívování sítě. Protokol je čitelný bez dekódování binárních ASN.1 dat, což je nutné v případě netextových protokolů jako například H.323. [22]

Protokol SIP má následující vlastnosti:

- SIP adresy jsou URL: user@host
- User může být jméno, telefon nebo číslo
- Host může být doména nebo IP adresa
- Uživatelé nebo klienti se registrují u SIP serverů

4.7.1 Klíčové výhody SIP

SIP doplňuje MGCP tak, že zatímco MGCP provádí řízení zařízení, SIP provádí řízení relací.

- Jednoduchost - SIP je velmi jednoduchý protokol. Vývoj software zabere v porovnání s tradičními telefonními produkty velmi málo času. Díky jeho podobnosti s HTTP a SMTP je možné znovupoužití kódu.
- Rozšiřitelnost - SIP se poučil z HTTP a SMTP a vytvořil široký soubor rozšiřujících a kompatibilních funkcí.
- Modularita - SIP byl navržen tak, aby byl vysoce modulární. Klíčovou vlastností je jeho nezávislé používání protokolů. Například SIP vydává pozvání k volaným relacím nezávisle na vlastní relaci.
- Škálovatelnost
 - Server Processing SIP - může být buď stavový nebo bezstavový.
 - Conference sizes - jelikož není žádný požadavek na centrální řízení, koordinace konference může být plně distribuována nebo naopak centralizována.
- Integrace - SIP se může spojit s webem, e-mailem, s aplikacemi pro přenos medií a dalšími protokoly.

4.7.2 SIP komponenty

System SIP obsahuje dva komponenty: User Agent a Network Server. User agent je koncový bod SIPu, který provádí a dostává SIP hovory. Klient se nazývá User Agent Client a obvykle vyvolává SIP požadavky. Server se nazývá User Agent Server a přijímá požadavky od klienta a vrací odpovědi uživateli.

SIP má dva druhy síťových serverů:

- Proxy Server - tento server rozhoduje, ke kterému serveru se má požadavek poslat a pak ho pošle. Než požadavek dorazí ke svému cíli, projde ve skutečnosti mnoha SIP servery. Odpověď se pak vrací stejným směrem. Proxy server může působit jako klient i server, může vydávat požadavky i odpovídat.
- Redirect Server - na rozdíl od proxy serveru Redirect Server neposílá požadavky dalším serverům. Místo toho určí volající relaci podle skutečného umístění cíle.

Můžeme také hovořit o SIP terminálech, které podporují obousměrnou komunikaci s jinou SIP entitou v reálném čase. Podobně jako H.323 terminály, SIP terminály podporují jak signalizaci, tak média.

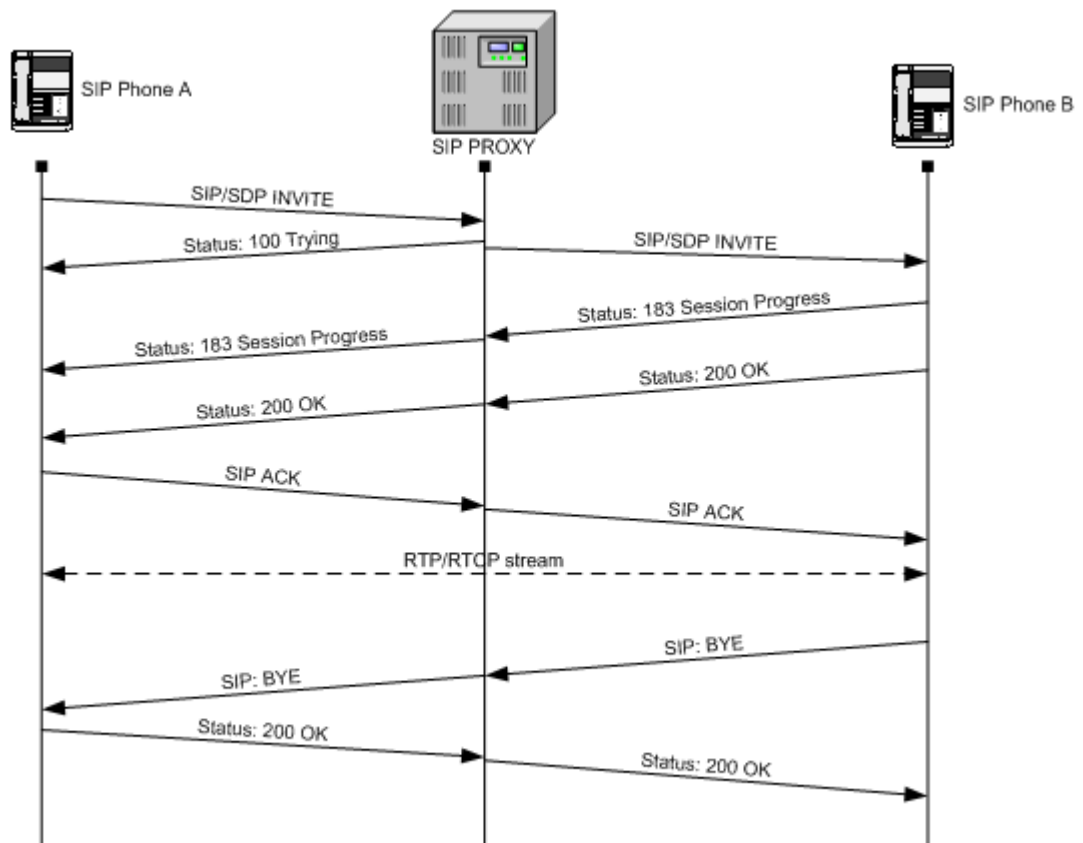
4.7.3 Zprávy SIP

SIP používá zprávy pro spojení a řízení hovoru. Existují dva typy SIP zpráv: požadavky a odpovědi. SIP zprávy jsou následující:

- INVITE používá se při vyvolání hovoru. Hlavička obsahuje:
 - adresy volajícího a volaného
 - předmět hovoru
 - priorita hovoru
 - požadavky na směrování hovoru
 - preference volajícího na umístění uživatele
 - požadované vlastnosti odpovědi
- BYE je používán pro ukončení spojení mezi dvěma uživateli.

- REGISTER posílá SIP serveru informaci o skutečném umístění volaného. Umožňuje, aby uživatel sdělil serveru, jak se má mapovat příchozí adresa na adresu odchozí, kterou uživatel obdrží.
- ACK potvrzuje spolehlivou výměnu zpráv.
- CANCEL přerušuje přicházející požadavek.
- OPTIONS získává informace o schopnostech volaného zařízení, například zda se jedná o jednoduchý telefon nebo plně vybavený multimediální přístroj.

Obrázek č. 9 – Průběh SIP hovoru



Zdroj: Packetizer <http://www.packetizer.com/ipmc/sip/papers/understanding_sip_voip>

4.9 Přínosy IP telefonie

Přínosy IP telefonie dělíme na finančně měřitelné a finančně neměřitelné. První znamená zajímavou možnost snížení nákladů. Nicméně velmi významný je i přínos

ve zvýšení produktivity a kvality práce zaměstnanců, což patří do kategorie finančně neměřitelných.

4.9.1 Finančně měřitelné přínosy IP telefonie

- Úspora na strukturované kabeláži - IP telefony jsou vybaveny 100/1000 switchem a napájeny po ethernetu, a tudíž je možno v síti výrazně snížit počet přípojek v systému strukturované kabeláže, neboť telefon a počítač mohou sdílet jednu zásuvku. Dokonce lze řetězit více telefonů za sebe, tj. například tři telefony a PC. Investiční úspora tak může dosáhnout až 40% u nově budované strukturované kabeláže. U stávající strukturované kabeláže je možno snížit nároky na další rozšiřování počtu portů, které je problematické kvůli souvisejícím stavebním pracím.
- Efektivnější telefonování pro každého pracovníka - tato úspora stojí za delší uvažování. Princip je ten, že s IP telefonem se telefonuje mnohem efektivněji, resp. je tu možnost daleko rychleji vytočit číslo volaného, ať se jedná o kolegu v kanceláři, partnera, klienta nebo neznámé číslo, které musí být vyhledáno v telefonním seznamu.
- IP telefonie díky své integraci s PC světem:
 - umožní vyhledat číslo přímo na telefonu stejným systémem jako při hledání telefonního čísla ve svém mobilním telefonu (oproti mobilu je možné v IP telefonu vyhledávat nejen podle příjmení, ale také podle jména nebo počátečního čísla linky)
 - lepší možností je, když se z obrazovky počítače vybere volaný, klikne se na něj a pak už se jen zvedne sluchátko ve chvíli, kdy se volaný přihlásí
 - v nejlepším případě se u počítače nachází sluchátko nebo náhlavní souprava a nemusí se tudíž od něj vůbec zvednout ruce
- Centrální správa telefonů - úspora na servisních zásazích na telefonních ústřednách. Úspora provozních nákladů v IP telefonii se dosahuje také díky tomu, že infrastruktura je sdílená s datovými aplikacemi a není tudíž nutné udržovat dva paralelní systémy. Také poplatky za servis takového systému se výrazně sníží a to ze dvou důvodů:

- centrální inteligence může být redundantní, snižuje se tak citlivost na zásahovou dobu
- do servisního kontraktu je nutné zahrnout pouze klíčové součásti systému jako je digitální ústředna nebo hlasové brány, tudíž cena komponent, ze kterých se vypočítává cena servisu je ve srovnání s klasickou pobočkovou ústřednou výrazně nižší

Jelikož je hlasový a datový provoz na bázi IP protokolu, není při propojování jednotlivých lokalit třeba vyhrazovat zvláštní okruhy na propojení telefonních ústředn, tzn. zjednodušení, zrychlení a zlevnění administrace telefonní sítě. Například zavádění nových účastníků je pouze otázkou připojení nového IP telefonu do sítě a nastavením softwaru na digitální ústředně, které lze provést pomocí webového rozhraní do jedné minuty. Odpadá tak nutnost dovybavit telefonní ústřednu dalšími účastnickými kartami, což rozšiřování o další účastníky výrazně zlevňuje.

Administrace sítě je pouze softwarovou záležitostí s velkými možnostmi autokonfigurace. Například je umožněna mobilita jednotlivých stanic – kamkoliv uživatel svůj telefon připojí, zůstává mu stále stejné číslo, včetně uživatelského profilu a nastavení, a to bez zásahu administrátora. Zde leží poměrně významná možnost úspor.

- Využití softwarového telefonu Softphone - jedná se o to, že v některých případech nemusí být vůbec pořízen telefonní aparát, protože pracovník bude mít na svém počítači nainstalovaný softwarový telefon a k němu sluchátka zapojená do počítače.

4.9.2 Finančně neměřitelné přínosy IP telefonie

Vedle finančně změřitelných úspor přináší nasazení IP telefonie řadu úspor, které nelze jednoduše finančně vyjádřit. Jedná se zejména o nástroje a vlastnosti, které přináší možnost poskytnout klientům pružnější a kvalitnější službu.

- Telekonference - inicializace nebo účast v telekonferencích (současné propojení více účastníků do jednoho telefonního hovoru), a to na interních i externích telefonních linkách, pružně lze přejít na videokonference.
- Přenositelnost “vlastního” čísla a nastavení telefonu - zaměstnanec přijede na pobočku, přihlásí se do jakéhokoliv volného IP telefonu a má v ten okamžik svůj

telefon u sebe, nebo se může připojit pomocí notebooku s hlasovou kartou a aplikací SoftPhone.

- Hlasové schránky - vytvoření systému hlasových schránek eventuelně hlasové pošty včetně možnosti integrace s elektronickou poštou.
- Přístup na WWW - zobrazení informací vyvoláním na displeji telefonu (např. telefonní seznam, zpravodajské www servery, cílené krátké informace, odesílání SMS zpráv z pevných telefonů,....).
- Možnost snadného vytvoření pružného multimediálního kontaktního Centra - od IP telefonie je velmi blízko k vytvoření různě velkého, případně pružně rostoucího zákaznického centra pro občany z celého regionu. Stačí pouze přidat server s odpovídající aplikací, vybrat operátory ze stávajících pracovníků, případně vybudovat společnou místnost a zajistit operátory a jednoduché kontaktní centrum může začít. Samozřejmě je možné přidávat další potřebnou funkcionalitu. IP kontaktní centrum je geograficky naprosto nezávislé a nechá volné ruce při jeho navrhování, případně následných změnách.
- Snadná integrovatelnost s dalšími aplikacemi - díky své otevřenosti poskytne IP telefonie pracovníkům potřebné informace ve chvíli a formě, jak bude třeba. V případě integrace s ostatními systémy může pracovník, ještě než zvedne sluchátko, vědět velmi přesně kdo mu volá a proč pravděpodobně volá.

5 Vlastní řešení - Poštovní spořitelna

5.1 Popis výchozího stavu v oblasti působnosti projektu

Původně byl telekomunikační provoz v Poštovní spořitelně zajištěn zastaralou ústřednou UK10. Kapacita ústředny byla dimenzována na 400 tel. poboček. Ústředna UK10 byla ve velmi špatném technickém stavu. Docházelo pravidelně k výpadkům hovorů a k těžkostem při pokusu o volání mimo vnitřní síť. Ústředna umožňovala upgrade pomocí rozšiřujících karet, nicméně za cenu značných nákladů. Základní požadavky zákazníka již byly nad rámec možností stávající ústředny a pro udržitelnou použitelnost bylo nutné stále vynakládat zvyšující se finanční prostředky.

5.2 Důvody pro přechod na IP ústřednu

5.2.1 Ekonomické důvody

- menší odběr elektrické energie
- automatický výběr nejlevnější trasy spojení do veřejné sítě
- úspora v oblasti servisu zařízení
- úspora prostor

5.2.2 Provozně organizační důvody

- nové zařízení poskytne celou škálu funkcí, které zjednoduší a zefektivní hlasové komunikace
- možnost aplikace tarifikačních a speciálních softwarů
- využití centrálního telefonního seznamu uloženého v telefonní ústředně pro veškerá interní i externí volání
- zamezení zneužití telefonů nepovolanými osobami

5.3 Požadavky na zákaznické řešení

Zákazník požadoval návrh řešení IP telefonie a IP kontaktního centra. Požadavky na výstavbu technologie:

- IP pobočková ústředna
- IP kontaktní centrum - 25 agentů, 2x supervizor
- SW pro nahrávání hovorů
- hlasová brána - 1 × E1
- 90 × IP telefon
- 8 × analogová vnitřní linka
- LAN přepínače s funkcionalitou PoE (Power of Ethernet)
- Vysoká dostupnost řešení (možnost záložního řešení v případě výpadku CallMangeru)

5.4 Výběr technologie

Rozhodovalo se mezi následujícími technologiemi:

- Cisco
- Alcatel
- Avaya

Firmy Cisco, Alcatel i Avaya patří ke špičce v oboru IP telefonie a tudíž se provedlo pouze cenové srovnání. Ceny jednotlivých technologií jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 – Cenový přehled technologií u jednotlivých partnerů

Cisco	HW+SW	Implementace	SLA/rok	Celkem
IP ústředna – CallManager	135 000 Kč	26 900 Kč	10 000 Kč	171 900 Kč
IP kontaktní centrum - CallCentrum Express	159 000 Kč	59 000 Kč	15 000 Kč	233 000 Kč
SW pro nahrávání hovorů - 2Ring	25 200 Kč	14 900 Kč	2 000 Kč	42 100 Kč
Hlasová brána 1xE1 - C-2901	78 600 Kč	35 000 Kč	5 000 Kč	118 600 Kč
90 x IP telefon	108 000 Kč	3 000 Kč	1 500 Kč	112 500 Kč
Celkem	505 800 Kč	138 800 Kč	33 500 Kč	678 100 Kč

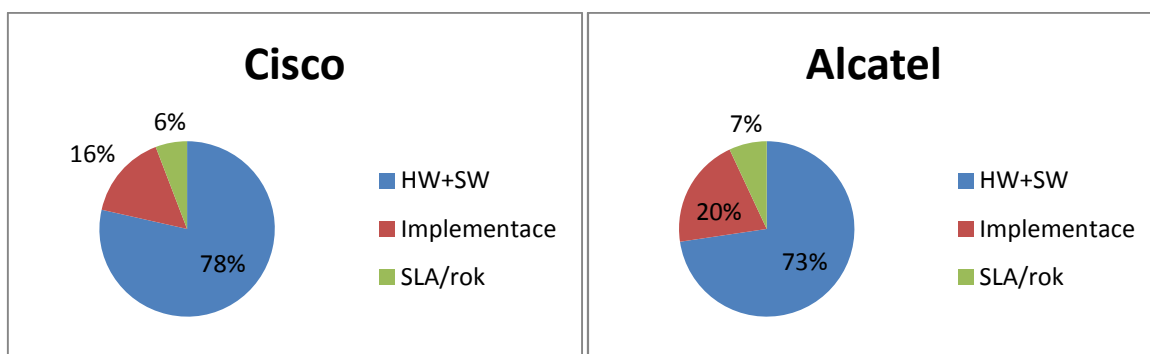
Alcatel	HW+SW	Implementace	SLA/rok	Celkem
IP ústředna - Omni PCX ECS	125 000 Kč	35 000 Kč	11 000 Kč	171 000 Kč
IP kontaktní centrum - Omni PCX ECS	160 000 Kč	70 000 Kč	15 000 Kč	245 000 Kč
SW pro nahrávání hovorů – ReDat	35 000 Kč	15 000 Kč	5 000 Kč	55 000 Kč
Hlasová brána 1xE1 - A-4400 R1	65 000 Kč	55 000 Kč	2 500 Kč	122 500 Kč
90 x IP telefon	105 000 Kč	5 000 Kč	0 Kč	110 000 Kč
Celkem	490 000 Kč	180 000 Kč	33 500 Kč	703 500 Kč

Avaya	HW+SW	Implementace	SLA/rok	Celkem
IP ústředna - Communication Server 1000	190 000 Kč	75 000 Kč	20 000 Kč	285 000 Kč
IP kontaktní centrum - Communication Server 1000	161 000 Kč	45 000 Kč	20 000 Kč	226 000 Kč
SW pro nahrávání hovorů - Zoom	35 000 Kč	30 000 Kč	10 000 Kč	75 000 Kč
Hlasová brána 1xE1 - SR-3120	85 000 Kč	40 000 Kč	10 000 Kč	135 000 Kč
90 x IP telefon	85 000 Kč	10 000 Kč	5 000 Kč	100 000 Kč
Celkem	556 000 Kč	200 000 Kč	65 000 Kč	821 000 Kč

Zdroj: autor

Společnost Avaya byla na základě vysoké ceny okamžitě vyřazena. U společností Cisco a Alcatel bylo pro větší přehlednost provedeno grafické srovnání, na kterém můžeme vidět cenový podíl jednotlivých částí řešení v procentech, viz obrázek č. 10.

Obrázek č. 10 – Cenový podíl HW+SW, Implementace a SLA

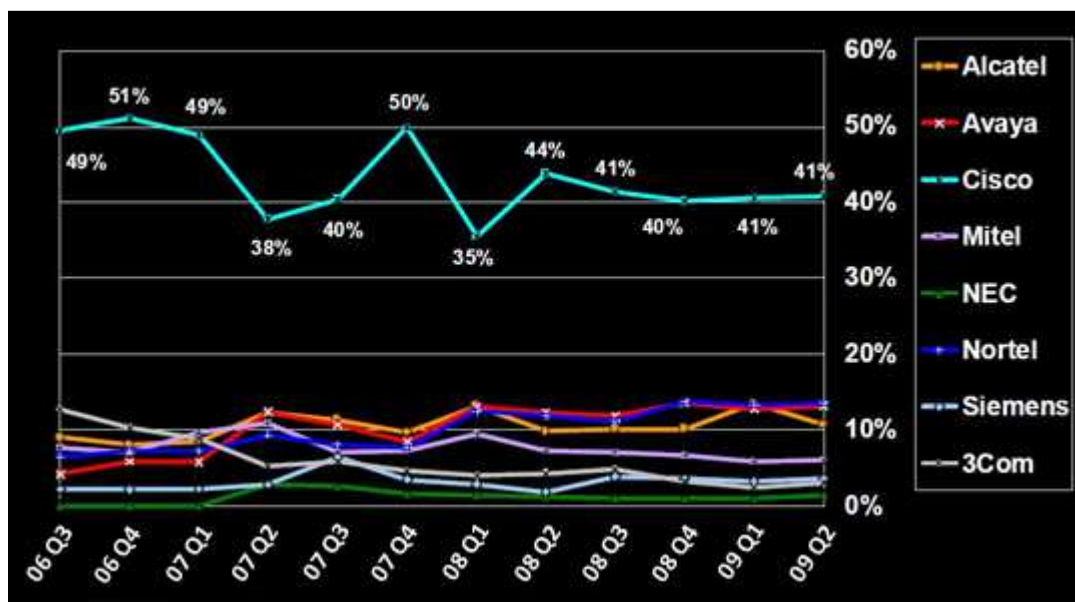


Zdroj: autor

Z výsledků cenového porovnání vyplývá, že i přes nejvyšší cenu HW se celkově nejlevnějším řešením stává technologie firmy Cisco.

Společnost Cisco Systems je významným výrobcem síťových technologií, ke kterým patří i IP telefonie. V současné době bylo vyexpedováno přes 4,5 milionu Cisco IP telefonů pro více jak 19,5 tisíce zákazníků. Na obrázku č. 11 vidíme, že kolem poloviny všech expedovaných IP telefonů celosvětově pochází z Cisca.

Obrázek č. 11 – Prodej IP telefonů v procentech

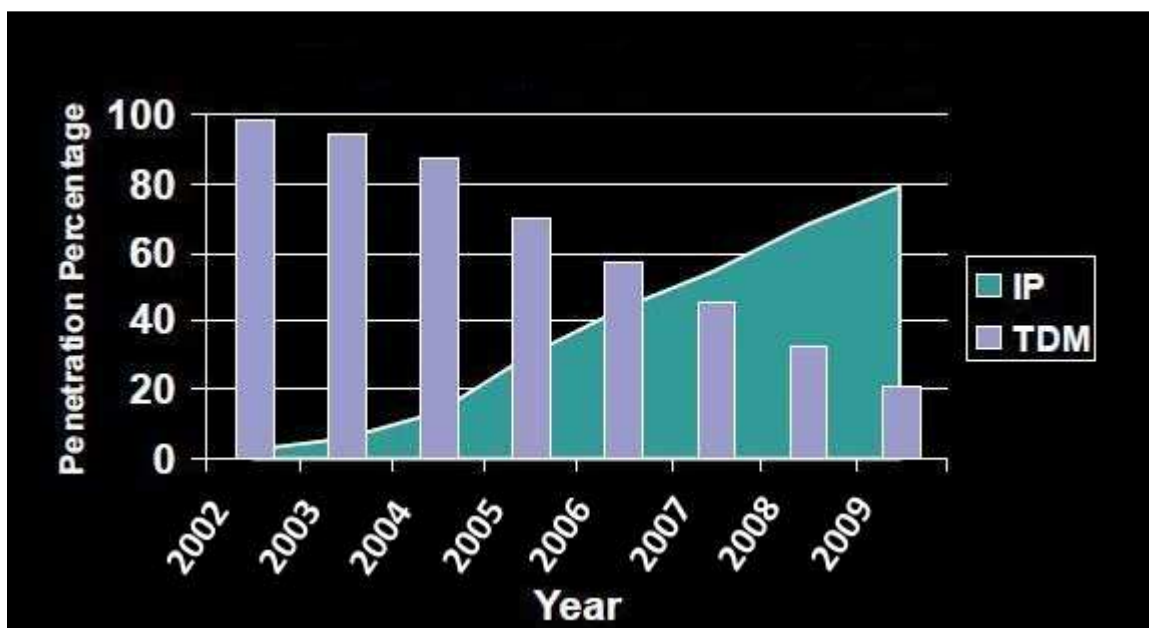


Zdroj: Cisco <<http://www.cisco.com>>

5.5 Základy řešení IP telefonie od Cisco Systems

IP telefonie se postupně stává běžně používanou technologií. Na obrázku č. 12 je zobrazeno postupné zvyšování počtu VoIP instalací na úkor tradičních PBX, v procentech.

Obrázek č. 12 – Porovnání instalací klasických PBX proti IP telefonii



Zdroj: Cisco <<http://www.cisco.com>>

5.5.1 Cisco AVVID (Architecture for Voice Video and Integrated Data)

Cisco se především pokusilo specifikovat celkový obrázek, kam patří nejen IP telefonie, ale i ostatní multimediální přenosy, jako jsou videokonference nebo distribuce videosignálu. Celkově je koncept nazýván AVVID. Cisco se ho svými řešeními snaží (ať už se jedná o produkty nebo celkový návrh konfigurace) vyplnit jako celek a jako důkaz otevřenosti a rozšiřitelnosti pracuje i na vytvoření systému partnerů, kteří nabízejí různé hardwarové a hlavně softwarové doplňky nebo spolupráci na celkovém řešení.

Pod AVVID spadají produkty i konfigurační návody. Cisco jím ale především vyjadřuje svůj názor na to, jak by měla architektura celého systému vypadat a jaké by měly mít jednotlivé komponenty vlastnosti. Samo se jí pak snaží zaplnit svými řešeními. V dnešní době je AVVID kompletní od základní komunikační infrastruktury (routerů

a switchů), ve které je Cisco již tradičně mimořádně úspěšné, přes klienty a signální servery až po rozšiřující aplikace. Jedná se tedy o širokou paletu produktů a řešení, ale je třeba za nimi vidět především celkovou architekturu a to, jak do sebe jednotlivé díly skládačky zapadají. Velký důraz je kladen na podporu otevřených standardů a spolupráci se systémovými integrátory a vývojáři rozšiřujících aplikací. Podobně jako u ostatních řešení, i u AVVID Cisco vytváří systém partnerů, kteří celé řešení rozšiřují rychlostí, které by byl samostatný výrobce jen stěží schopen.

5.5.2 Cisco IP telefonie – nosná část AVVID

Cisco IP telefonie obsahuje čtyři základní skupiny komponent:

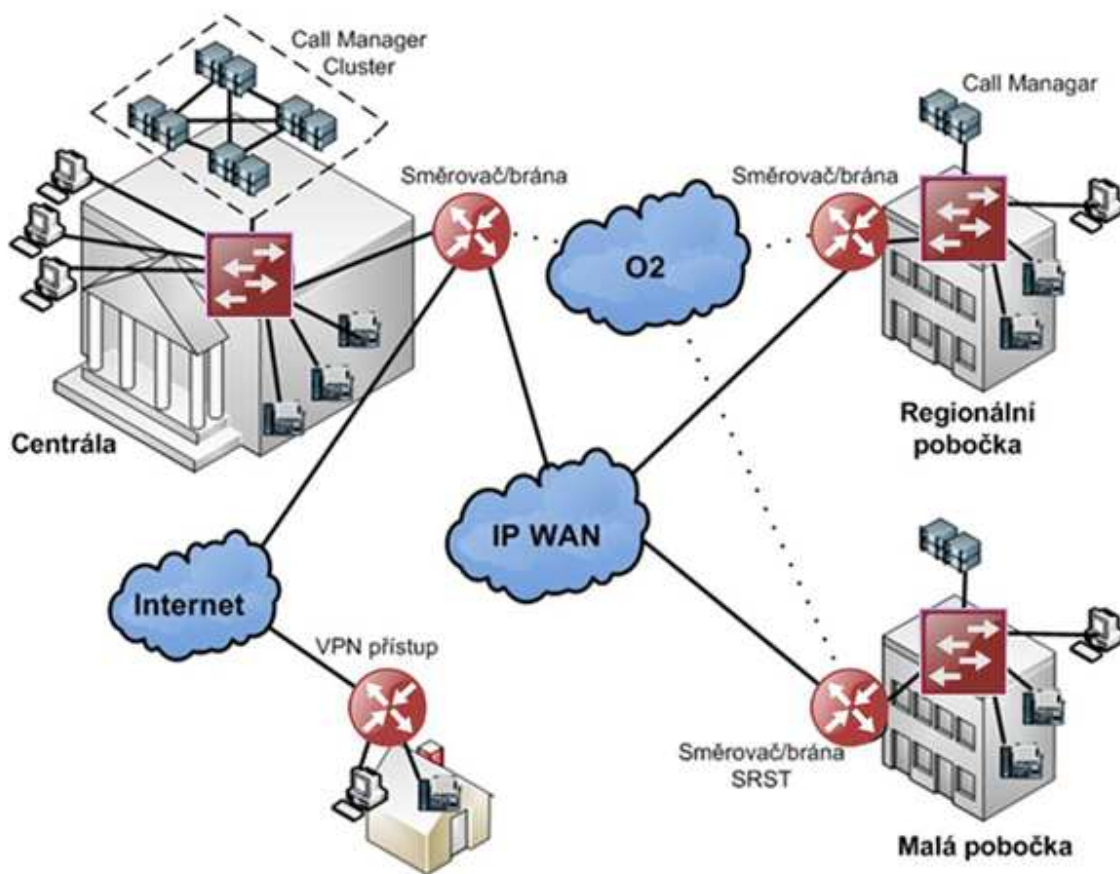
- 1) Koncová zařízení
 - telefonní přístroje
 - hlasové brány a hlasové procesory
- 2) Zpracování hovorů
 - Cisco CallManager
- 3) Hlasové a telefonní aplikace
 - Uživatelské aplikace pro správu hovorů
 - WebAttendant
 - Personal Assistant
 - SoftPhone
 - Hlasová pošta
 - Unity
 - Kontakt se zákazníky
 - IPCC
 - IP/IVR
 - AutoAttendant

4) Infrastruktura přizpůsobená telefonní integraci se stávající telefonní sítí a připojení na veřejnou telefonní síť.

- routery
- switche

Základní schéma možného zapojení Cisco IP telefonie je znázorněno na obrázku č. 13.

Obrázek č. 13 – Možné schéma zapojení Cisco IP telefonie



Zdroj: Alefnula, upraveno <www.alefnula.com/downloads/dokumenty/CUCF4.0x.pdf>

5.6 Popis řešení

Řešení odpovídá jednoduché konfiguraci dle bodu 4.3.1. V budoucnu je možné kdykoliv přejít na složitější model. Řešení se skládá z:

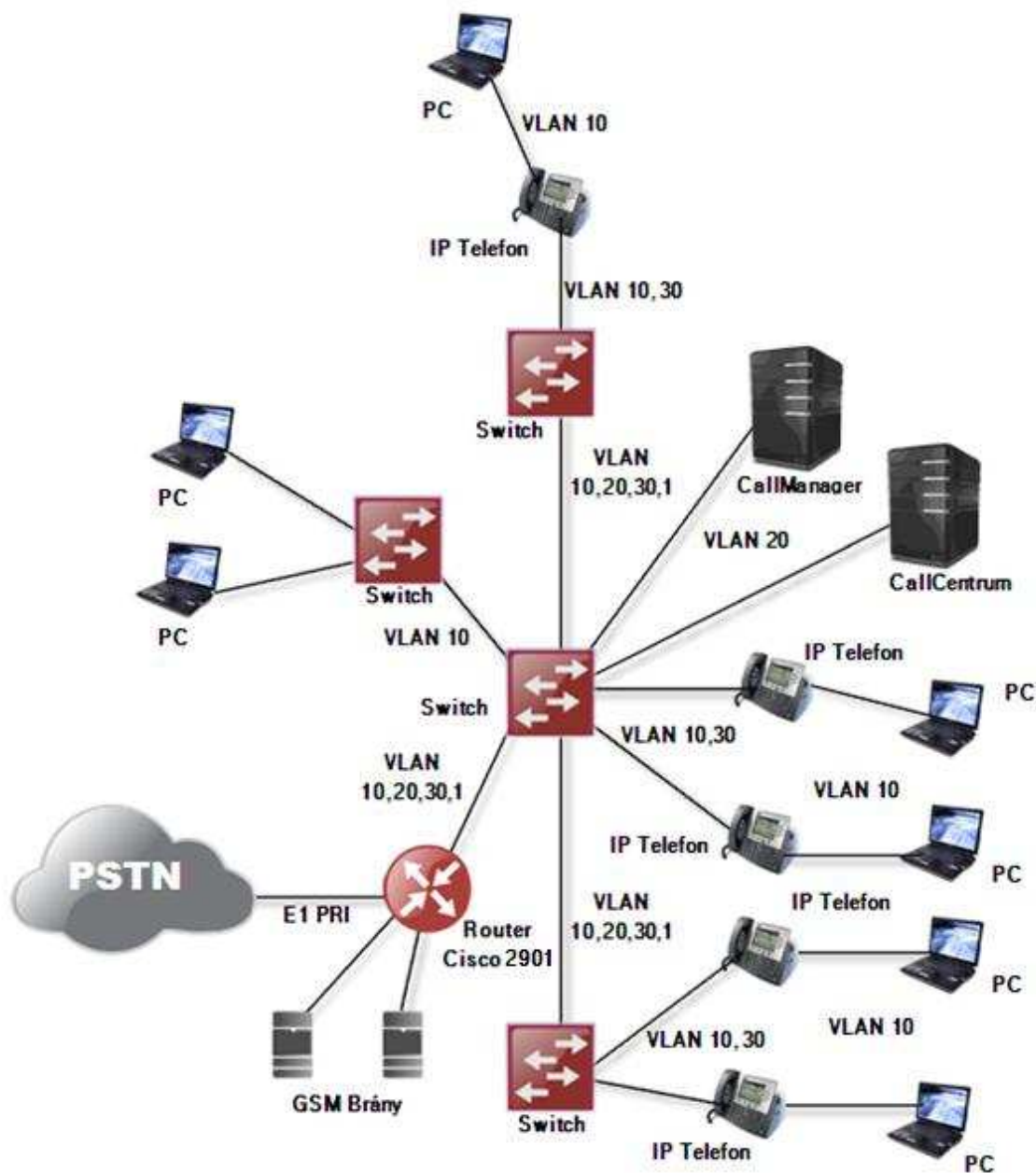
- Server Cisco Call Manager - zajišťuje sestavování hovorů
 - licence pro 1000 uživatelů

- Server IP Contact Center Express - zajišťuje funkci Call centra
 - licence pro 24 operátorů (max. 200)
 - licence pro 3 supervisory (max. 32)
 - rozhraní pro integraci s CCM
 - rozhraní pro integraci se zákaznickou databází Sybase
 - IVR
 - reporting
- SW pro nahrávání hovorů od společnosti ZOOM
- Hlasová brána Cisco 2901 - obstarává připojení k PSTN přes E1 a v případě výpadku CallManageru částečně přebírá jeho funkčnost.
- IP telefony
 - 25 x nadstandardní 7960
 - 65 x standardní 7912
- Analogové převodníky pro připojení faxů
- LAN switche s funkcí PoE

Řešení zcela nahrazuje původní analogové telefony stávajícími IP telefony. Vzniká tak čisté IP řešení, které poskytuje maximum flexibility při konfiguraci, stěhování atd. Použitím přepínačů s PoE lze IP telefony napájet přímo z LAN.

Schéma řešení je zobrazeno na obrázku č. 14.

Obrázek č. 14 – Schéma řešení u zákazníka Poštovní spořitelna



Zdroj: autor

5.7 Popis infrastruktury

Síť LAN infrastruktury tvoří dva switche Cisco 3560 48 portů, jeden switch 3560 24 portů a router Cisco 2901. Switche jsou propojeny mezi sebou metalickým GEthernetem. Z důvodů možností oddělení provozu IP telefonie a datové části (PC), zabezpečení a možnosti nastavení QoS byly vytvořeny čtyři Virtuální LAN.

- VLAN0010 - připojení PC
- VLAN0020 - připojení Call Manageru, IPCC, hlasová brána
- VLAN0030 - připojení IP telefonů
- VLAN001 - slouží k managementu HW

IP telefony jsou vybaveny přepínači, které umožňují připojení k PC. Router Cisco 2901 slouží jako hlasová brána pro připojení do veřejné telefonní sítě a na mobilní operátory a také současně zajišťuje směrování mezi jednotlivými VLAN.

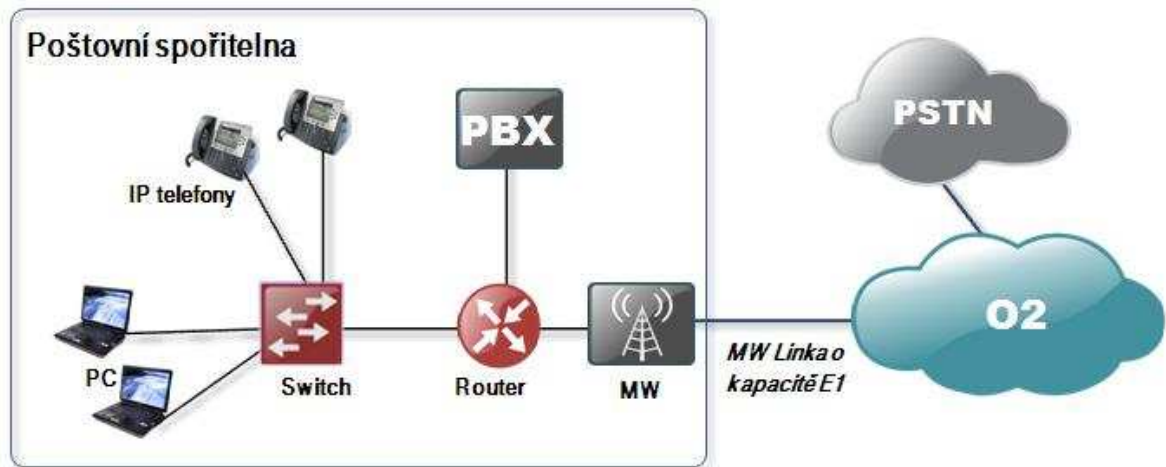
Síť IP telefonie je propojena se stávající IP infrastrukturou GEthernetem mezi switchem Centrala1 a HP switchem. DHCP server pro IP telefony je spuštěn na Call Mangeru. Router je vybaven moduly s digitálním rozhraním PRI (1MFT-E1) - a analogovým rozhraním (VIC2 – FXO). Digitální rozhraní umožňuje připojení 30 ISDN kanálů k Telefónice O2. Na analogové rozhraní jsou připojeny dvě analogové brány, které zajišťují propojení k mobilním operátorům T-Mobile a Vodafone.

5.7.1 Datová konektivita E1

Pro zajištění datové konektivity je provedeno zřízení koncového bodu v lokalitě Roztylská 1860/1, 148 00 Praha 11. Pro přenosovou konektivitu je použita technologii MW spoje v SDH síti dodávané společností Ericsson, v konfiguraci Point-to-Point v licencovaném pásmu (Ericsson Traffc Node).

Na vhodném místě střechy objektu zákazníka je umístěna anténa, která je koaxiálním kabelem propojena s vnitřní jednotkou umístěnou v racku zákazníka. Z racku zákazníka je zřízen propoj do servrovny zákazníka. V servrovně je již umístěn router Cisco 2901 s rozhraním E1 - kapacita 2048 kbit/s pro obsluhu, až třiceti současných hovorů. Schéma zapojení je na obrázku č. 15.

Obrázek č. 15 – Schéma řešení u zákazníka Poštovní spořitelna



Zdroj: autor

5.7.2 Cisco CRS IP systém

CRS IP systém se skládá z následujících komponent:

- Gateway - zajišťuje propojení IP telefonního systému s veřejnou telefonní sítí
- Call Manager - řídí IP telefony, gateway, směrování VoIP na CRS systém.
- Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) Server - řídí a sdílí konfiguraci komponent a aplikací mezi CallManagerem a CRS systémem. Cisco CRS systém ukládá konfigurační informace na LDAP serveru. Uložené aplikace a skripty na LDAP serveru umožňují sdílení všech Cisco CRS aplikací a skriptů na více Cisco CRS serverů v síti. LDAP server ukládá informace o clusterech a profilech clusterů.
- CRS Server - hlavní součástí je CRS Engine, který především zajišťuje skriptování aplikací, uživatelskou integraci s Cisco CallManagerem, inteligentní přepočty a následné směrování hovorů.
- Cisco CRS Editor - umožňuje vytváření, modifikaci a debug aplikačních skriptů pomocí grafického uživatelského rozhraní pro automatizované zákaznické interakce. Každý skript obsahuje řadu kroků - implementováno jako Java Beans.
- Cisco CRS Administration web interface - poskytuje webové rozhraní, které umožňuje administrátorovi konfigurovat a řídit server a aplikace.

- Cisco IP Agent a Supervisor Desktop - program, který umožňuje IPCC Express agentům a supervizorům přihlášení do systému, měnit stav agentů a monitorovat hovory.
- IPCC Express Call Statistics a Monitoring Server - server vyhrazený k údržbě a statistikám.
- Historical Reports Database Server - server určený k ukládání Cisco CRS databází.

Popis zákaznické brány

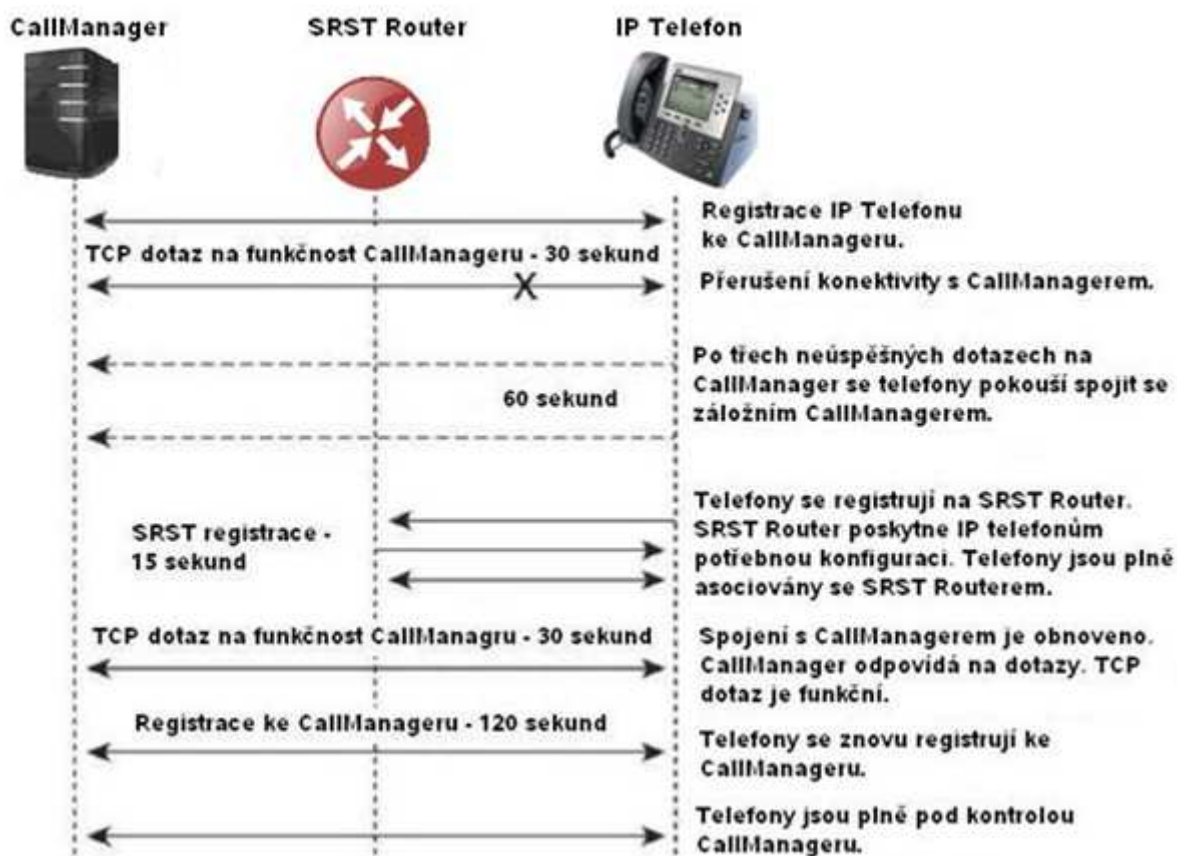
Zákaznickova brána zprostředkovává propojení CallManageru s okolním telefonním světem. Brána obsahuje 2x FXO analogové moduly pro připojení dvou GSM bran, zajišťující spojení k mobilním operátorům. Konektivita do pevné sítě je realizována modulem WIC/VIC/HWIC Slot 1, které integruje rozhraní E1 - se signalizací 30 ISDN PRI a 5 DSP procesorů pro kódování. V bráně jsou definovány dial-peer - pravidla pro směrování na různé rozhraní, manipulace s čísly, preference výběru rozhraní, možností použití kodeků atd.

Vzhledem k tomu, že jeden z požadavků zákazníka byl na vysokou dostupnost základních funkcionalit CallManageru (základní volání, přesměrování hovoru, atd.), byla zvažována instalace druhého záložního CallManageru, takzvaný cluster. Vzhledem k velkým finančním nárokům na toto řešení bylo nakonec rozhodnuto o využití funkcionality Cisco SRST.

Cisco SRST je speciální funkce routeru, která umožní základní volání v případě problému s CallManagerem. Pokud například dojde k vypnutí CallManageru, tak všechny Cisco IP telefony začnou automaticky využívat služeb routeru s nakonfigurovaným SRST. Tento proces zajišťuje Network-Enable Auto-Provisioning (SNAP) technologie, která automaticky zjistí chybu funkčnosti CallManagru a zajistí registraci všech telefonů na SRST routeru. V případě obnovy funkčnosti CallManageru dojde k automatickému přeregistrování všech telefonů zpět na CallManager. SRST samozřejmě nemá všechny funkce CallManageru, ale například přesměrování, zaparkování hovorů nebo volání do skupin umožňuje. SRST dokáže zajistit podporu, až pro 720 Cisco IP telefonů (počet závisí na výkonnosti použitého routeru). [14]

Čas potřebný pro přeregistraci telefonů je přibližně 255 sekund, viz obrázek č. 16.

Obrázek č. 16 – Časový průběh aktivace SRST



Zdroj: [11], upraveno

Popis CallManageru

V Call Manageru jsou nastaveny dva typy kodeků - G.711 a G.729. Preferovaný typ kodeku je G.729 který spotřebovává méně pásma při zachování slušné kvality přenosu hlasu. Kodek G.711 je použit pro konferenční hovory. Využívá se v případech, kdy není dostatek hardwarových zdrojů pro transkódování.

Všechny IP telefony mají nakonfigurovanou čtyřmístnou pobočku ve formátu xxxx. Všechny volání do PSTN se uskutečňují přes přestupný znak "0". Přes přestupný znak jsou dosažitelné i emergenci čísla jako 15x, 112 a čísla pro služby 14xxx. Pro tyto znaky není nastavena žádná restrikce tak, že jsou dosažitelné pro všechny uživatele.

Dále byly nastaveny pravidla pro směrování:

- národní a mezinárodní destinace se vytočí přes přestupný znak "0"

- mobilní operátoři jsou primárně dostupní přes analogové FXO rozhraní na GSM brány
- při nedostupnosti jednoho mobilního operátora je přepad na dalšího operátora
- při nedostupnosti GSM bran je umožněn přeliv přes ISDN30 PRI do PSTN
- pevná čísla jsou primárně směrována přes E1 rozhraní
- pro požadavek zachování některých starých pobočkových čísel jsou nastaveny překládací pravidla, které umožňují přepočty starých pobočkových čísel na nové
- pro všechny uživatele je zamezen přístup na služby 090[6-9]

Popis CallCentra

CallCentrum je dimenzováno pro 25 operátorů. Provoz CallCentra je nastaven na pracovní dny PO-PA v čase 7.00 hod - 22.00 hod a je dostupné pod číslem 00420 495 800 100. Po volbě tohoto čísla je volající přepojen na standardní klientskou infolinku (111) IVR – a dostane hlásku „Dobrý den, vítá Vás klientská linka Poštovní spořitelny.“ Mimo pracovní dobu je nastavena hláaska „Dobrý den, dovolali jste se do Poštovní spořitelny. Omlouváme se Vám, ale voláte mimo pracovní dobu, která je každý pracovní den od 7 do 22 hodin. Zavolejte prosím později.“ Pro potřebu konzultací externích obchodních zástupců byla vytvořena VIP linka (222) - kde volání na toto číslo je prioritizováno ve frontě čekajících a distribuována výhradně na operátory první skupiny.

Operátoři CallCentra jsou rozděleni do tří skupin:

- První skupina - průměrně 6 operátorů on-line na které jsou směrovány prioritně všechny obecné telefonáty
- Druhá skupina - 2-4 operátoři, kteří chytají přepad první skupiny. Ústředna automaticky detekuje vytíženost operátorů první skupiny. Pokud jsou všichni operátoři první skupiny vytíženi, je hovor směrován na skupinu č. 2
- Specialisté - operátoři se speciální agendou, kterou si klient zvolí v úvodním menu, nebo specialisté na které je možno přepojovat hovory z CallCentra.

Operátor se může přihlásit do CallCentra desktopovou aplikací, kterou má nainstalovanou na svém počítači nebo přímým přihlášením k IP telefonu.

Přihlášením na libovolný telefonní přístroj kódem operátora je možné přijímat i operátorovu vlastní linku. Operátor, který zrovna není zapojen do CallCentra a pracuje na jiném místě, se může přihlásit k libovolnému telefonu a přenést si svůj vlastní profil tj. číslo, jméno, restrikce. Operátor, který vyřídí hovor, dostane po zavěšení dobu hájení nastavenou na 20 sec.

Po příchodu do práce se operátor přihlásí jedním z dostupných kódů:

- připraven
- jiná související práce
- přestávka

Součet všech časů by měl v ideálním případě dát dohromady 8.5 hod.

6 Shrnutí výsledků

Instalace IP telefonie u zákazníka Poštovní spořitelna probíhala po celou dobu bez vážnějších problémů. Veškeré požadavky, které zákazník požadoval, byly předem vyzkoušeny a řádně otestovány. Samotná instalace callmanageru a callcentra pak proběhla během jednoho dne. V prvotní fázi používání IP telefonie bylo na callmanageru zjištěno několik funkčních nedostatků, které však byly vyřešeny instalací opravného servisního balíku. Jediný vážnější problém nastal při řešení nahrávání hovorů. Funkcionality, které zákazník požadoval, nebylo možné cisco řešením nastavit. Jedinou možností bylo dokoupení nahrávacího systému od jedné z firem třetích stran. Nakonec byla vyjednána velice příznivá cena s firmou ZOOM, která navíc nabídla zákazníkovi funkce nad rámec povinných požadavků.

Celkové řešení IP telefonie bylo zákazníkem akceptováno po 14 dnech od instalace. Časová prodleva byla způsobena především funkčními požadavky, které nebyly v prvotních fázích projektu rozebrány do odpovídajících detailů. Celková spokojenost zákazníka však nebyla narušena a proto byl projekt oběma stranami hodnocen jako velice zdařilý.

7 Závěr

IP telefonie je v poslední době velmi oblíbeným pojmem. Každý o ní slyšel, mnoho se o ní píše a spousta lidí se jí snaží i realizovat. Bohužel je většinou tento pojem vnímán pouze jako řešení, se kterým ušetříme za telefonní hovory.

V této práci jsem se snažil sumarizovat základní informace o IP telefonii, které mohou být následně použity i jako základ pro vybudování IP telefonie v rámci menších a středně velkých firem. Problematika IP telefonie je velmi rozsáhlá a její kompletní vysvětlení je nad rámec této práce. Proto jsem se zaměřil na základní informace, které jsou pro porozumění a tvorbu IP telefonie nezbytné.

Pro lepší pochopení problematiky IP telefonie je použita poměrně rozsáhlá teoretická část, která nás seznamuje s analogovou a posléze IP telefonii, avšak pro správnou orientaci v problému je tato teorie nezbytná. V praktické části je popsán návrh a realizace IP telefonie u zákazníka Poštovní spořitelna. Realizace proběhla na řešení firmy Cisco, které má v současné době s IP telefonii nejvíce zkušeností. Vzhledem k velice dobrým referencím bylo Cisco řešení zákazníkem akceptováno. Základní instalace byla dokončena před více než jedním rokem a v současné době se díky jednoduché rozšiřitelnosti vyvinula do robustního řešení, které je již nezbytné pro každodenní chod firmy.

Je třeba mít na paměti, že IP telefonie není žádnou zázračnou technologií sama o sobě, při správném pochopení a použití může poskytnout hodnotu těm společnostem, které se nespokojí jen u snižování nákladů a využijí přechod na IP telefonii jako první krok při přeměně směrem k řízení obchodních procesů založenému na komunikaci.

V příloze této diplomové práce je zákazníkem podepsaný akceptační protokol a děkovaný dopis od zadavatele instalace IP telefonie.

8 Seznam použité literatury

- [1] BAZALA, David. *Telekomunikace & VoIP Telefonie I*. Praha: BEN, ©2006. 222 s. ISBN 80-7300-201-9.
- [2] BEZPALEC, Pavel. *Analýza zpoždění v IP telefonním systému II* [online]. ©2008 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <<http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2008050003>>.
- [3] CISCO. *Analog E&M Voice Signaling Overview* [online]. ©2006 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: <http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note_09186a0080093f60.shtml>.
- [4] DAVIDSON, J., et al. *Voice over IP Fundamentals*. Indianapolis: Cisco Press, ©2007. 408 p. ISBN 1-58705-257-1.
- [5] DURDA, Frank. *Dual Tone Multi-Frequency* [online]. ©1995, aktualizováno 12.7.2006 [cit. 2011-12-25]. Dostupné z: <<http://nemesis.lonestar.org/reference/telecom/signaling/dtmf.html>>.
- [6] FIŠER, Ivo. *Problematika echa v IP telefonii* [online]. ©2006 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.phonet.cz/archiv/dok_osta/ProTel_echo_info.pdf>
- [7] HARTMANN, Dennis. *Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT1)*. Indianapolis: Cisco Press, ©2008. 524 p. ISBN 1-58705-483-3.
- [8] JANDERA, David. *Analogové signalizace* [online]. ©2007 [cit. 2012-01-25]. Dostupné z: <<http://www.comtel.cz/files/download.php?id=2112>>.
- [9] KELLY, Tim. *VoIP For Dummies*. Indianapolis: Wiley Publishing, ©2005. 60 p. ISBN 0-7645-9564-4.

- [10] KOUBEK, Martin. *Zpracování a monitoring tarifkace pro systém Asterisk: diplomová práce*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2007. 67 l., 13 l. příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. David Jandera
- [11] MAULE, Petr. *Návrh telefonního účastnického modulu: bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 36 l., 6 l. příloh. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.
- [12] MOOS, P., T. ZELINKA a V. MALINOVSKÝ. *Telekomunikační služby*. Praha: ČVUT, ©2007. 176 s. ISBN 978-80-01-03598-6.
- [13] NORTHCUTT, Stephan, a kol. *Bezpečnost počítačových sítí*. Brno: Computer Press, ©2005. 592 s. ISBN: 80-251-0697-7.
- [14] OLSEN, Chris. *Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 2 (CIPT2)*. Indianapolis: Cisco Press, ©2008. 495 p. ISBN 1-58705-561-9.
- [15] PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. Brno: Computer Press, ©2006. 430 s. ISBN 80-251-1278-0.
- [16] SHORETEL. *IP telephony from A to Z* [online]. ©2007. Dostupné z: <http://www.shoretel.com/resource_center/books_guides/IP_Telephony_from_A-Z_-_The_Complete_IP_Telephony_eBook.html>
- [17] SIEBERT, Tomáš. *Datové a hlasové připojení: diplomová práce*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2001. 99 l., 10 l. příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Rain, Ph.D.
- [18] ŠTĚDRONĚ, Bohumír. *Manažerské řízení a informační technologie*. Praha: Grada Publishing, ©2006. 156 s. ISBN: 978-80-247-2052-4.

- [19] TEARE, Diane. *Designing for Cisco Internetwork Solutions (DESGN)*. 2nd ed. Indianapolis: Cisco Press, ©2008. 930 p. ISBN 1-58705-272-5.
- [20] UHLÍŘ, Jan. Úlohy a algoritmy hlasových technologií. *Akustické listy*. 2009, roč. 15, č. 1, s. 5-12. ISSN: 1212-4702
- [21] WALLACE, Kevin. *VoIP bez předchozích znalostí*. Praha: Computer Press, ©2007. 231 s. ISBN 978-80-251-1458-2.
- [22] WALLACE, Kevin. *Cisco Voice over IP (CVOICE)*. 3rd ed. Indianapolis: Cisco Press, ©2009. 528 p. ISBN 1-58705-554-6.

9 Přílohy

Příloha č. 1 – Akceptační protokol, počet stran – 14.

Příloha č. 2 – Děkovný dopis, počet stran – 1.

**AKCEPTAČNÍ PROTOKOL o funkčnosti dodané a nakonfigurované
technologie dle objednávky**

Poštovní spořitelny, číslo:9991/10

Datum uvedení do provozu: 30.9.2010

Uživatel:

**Poštovní spořitelna
Roztylská 1860/1
148 00 Praha 4**

Zástupce uživatele:

Lenka Filipová

Dodavatel:

**Telefonica O2 Czech Republic, a.s.
Za Brumlovkou 266/2
140 00 Praha 4**

Zástupce dodavatele:

Tomáš Lang

Obsah

1	Akceptační protokol	3
1.1	CALL MANAGER HARDWARE	3
1.2	CALL MANAGER SOFTWARE	3
1.2.1	Login IP adresace	3
1.3	INSTALOVANÉ KOMPONENTY CISCO CCM6.1 :	3
1.4	BACKUP CCM	6
1.5	RESTART CCM A IP TELEFONŮ	6
1.6	SYNCHRONIZACE ČASU	6
1.7	CCM DHCP	7
1.8	TESTY SMĚROVÁNÍ IP PBX-CCM	7
1.9	FAX TESTY	7
1.10	IP TELEFONY	8
2	Router s hlasovými moduly	9
2.1	ROUTER HARDWARE SPECIFIKACE	9
2.2	ROUTER SOFTWARE SPECIFIKACE	9
2.3	ROUTER TESTY	9
3	L2 infrastruktura	10
3.1	SWITCH HARDWARE SPECIFIKACE	10
3.2	SWITCH SOFTWARE SPECIFIKACE	10
3.3	SWITCH RELOAD TEST	10
4	CRS / Aplikační server typ HW, OS	11
4.1	HARDWARE	11
4.2	SOFTWARE	11
4.2.1	Login IP adresace	11
4.2.2	Test reload serveru a aplikace	11
4.3	TEST APLIKACÍ A SKRIPTU	11
4.3.1	Test prompt	12
4.3.2	Test skupin operátorů	12
4.3.3	Test operátorů a specialistů:	12
4.4	BACKUP CRS	13
4.5	HISTORICAL REPORTING	13
4.6	HLASOVÉ SCHRÁNKY	13

1 Akceptační protokol.

Akceptační protokol obsahuje přesné označení instalovaného hardware a software.
Testy funkčnosti jednotlivých instalovaných komponent:

IP PBX - CallManager

Hlasová brána – propojení mezi IP PBX a JTS (jednotná telefonní síť), L3 směrování

L2 switche – připojení IP telefonů, počítačů, serverů, brány

CallCentrum (CRS) – směrování, připojení agentů, nahrávání hovorů, statistiky

1.1 Call Manager hardavare

Specifikace a označení hardware pro Cisco CallManager

Name	Description
HW	XXX-XXXX-XXXX
	XX XXXX, XXXXX, XXXX XX

1.2 Call Manager software

Instalovaný operační systém a sw.verze Cisco CallManager

Name	Description
SW	Cisco CallManager 6.1
OS Image	XXXX.X.X
OS Service Release	XXXX.X.XXX

1.2.1 Login IP adresace

<https://X.X.X.X/ccmadmin>

user: *****

psw: *****

1.3 Instalované komponenty Cisco CCM6.1:

Component	Version	Installation ID
ace.dll	5.2.5.0	CCM6.1(3)
aced.dll		CCM6.1(3)
AdministrativeReportingTool.exe	6.1(0.34)	6.1(3)sr1
Apache Tomcat	6.1.	CCM6.1(3)
ASTIsapi.dll	3.3.2.0	6.1(3)sr1
AudioTranslator.exe	6.0.0.3	CCM6.1(3)
Aupair.exe	6.1.3.12106	6.1(3)sr1
AupairChangeNotify.dll	6.1.0.11	CCM6.1(3)
AuthFilt.dll	6.0.0.0	6.1(3)sr1
AVVIDCustomerDirectoryConfigurationPlugin.exe	6.1.0.17(0)	CCM6.1(3)
bootp.exe	2.0.2.2	CCM6.1(3)

BulkAdministrationTool.exe	5.1.4.0	BAT 5.1(4)
CallBackService.exe	3.3.2.3	6.1(3)sr1
ccm.exe	6.1.3.16106	6.1(3)sr1
CcmPerfMon.dll		6.1(3)sr1
CCNTEST.EXE		CCM6.1(3)
cdpintf.dll	6.0.0.0	CCM6.1(3)
Cisco CallManager	6.1(3)sr1	6.1(3)sr1
Cisco CallManager Administration	6.1(0.11)	CCM6.1(3)
Cisco CallManager Serviceability	6.0(0.1)	CCM6.1(3)
Cisco Serviceability Reporter	6.0(0.9)	CCM6.1(3)
CiscoAttendantConsoleClient.exe	1.4.1.5	6.1(3)sr1
CiscoJTAPIClient.exe	2.1(3.9)	6.1(3)sr1
CiscoMessagingInterface.exe	6.1.3.10006	6.1(3)sr1
CiscoSysFileMgr.exe	1.0.0.1	CCM6.1(3)
CiscoTraceViewer.exe		CCM6.1(3)
CiscoTSP.exe	6.1(1.4)ES03	6.1(3)sr1
CmiPerfMon.dll		6.1(3)sr1
CPidMgr.exe	3.0.0.0	6.1(3)sr1
cstrain.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
cstrains.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
ctftp.exe	6.1.3.10001	6.1(3)sr1
CtftpChangeNotify.dll	3.1.0.5	6.1(3)sr1
CTIManager.exe	6.1.3.11106	6.1(3)sr1
CtiMgrPerfMon.dll		6.1(3)sr1
DBChangeNotify.dll	6.1.0.11	CCM6.1(3)
DBConvert.dll	6.1.0.11	6.1(3)sr1
DBL.dll	6.1.3.10106	6.1(3)sr1
DBLR.dll	6.1.0.11	CCM6.1(3)
DBLRT.dll	6.1.0.11	CCM6.1(3)
DBLX.dll	6.1.0.11	CCM6.1(3)
DNASetup.exe	3.1(1)	6.1(3)sr1
emapp.war		CCM6.1(3)
emservice.war		CCM6.1(3)
EMServiceDB.dll		CCM6.1(3)
InsertCDR.exe	6.1.3.10004	6.1(3)sr1
Instsrv.exe		CCM6.1(3)
lpvmsapp.exe	6.0.0.17	6.1(3)sr1
IpVMSChangeNotify.dll	6.0.0.0	CCM6.1(3)
Java Runtime Environment	1.4.0_01	CCM6.1(3)
libg729a.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
libnspr21.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
libplc21.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
libplds21.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
Locale - Czech Czech Republic	6.0(1.109)CZE	Locale Installer 6.0011
Locale - English United States	6.1(3)	CCM6.1(3)
ma.war		CCM6.1(3)

MADirectory.dll	1.0.0.1	6.1(3)sr1
MediaAppPerfMon.dll		6.1(3)sr1
MMFSpy.exe		CCM6.1(3)
msvc60.dll	6.0.8972.0	CCM6.1(3)
mtl70gmt.dll		CCM6.1(3)
mtl70mt.dll		CCM6.1(3)
MultiLevelAdmin.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
Network Locale - Czech Republic	6.0(1.109)	Locale Installer 6.0011
Network Locale - United States	6.1(3)	CCM6.1(3)
nsldapssl32v30.dll	12288.0.0.9516	CCM6.1(3)
nsldapssl32v40.dll	16384.0.0.10071	CCM6.1(3)
ntpd.exe		CCM6.1(3)
ntpdate.exe		CCM6.1(3)
ntpd.exe		CCM6.1(3)
ntpq.exe		CCM6.1(3)
ossapi.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
ossdmem.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
Q931Translator.exe	1.0.0.5	CCM6.1(3)
relayapp.exe		CCM6.1(3)
RisDC.exe	6.0.0.3	6.1(3)sr1
RISX.dll	3.3.0.2	6.1(3)sr1
scmps.dll		CCM6.1(3)
SDIEventLogMsg.dll		CCM6.1(3)
show.exe	2.2.0.22	CCM6.1(3)
showdb.dll	1.1.0.6	CCM6.1(3)
showinst.dll	2.2.0.22	CCM6.1(3)
showisdn.dll	1.1.0.6	CCM6.1(3)
showps.dll	2.2.0.22	CCM6.1(3)
showwin.dll	2.2.0.20	CCM6.1(3)
silx.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
SnmpCcmImpl.dll	6.1.1.2	CCM6.1(3)
SnmpCdplImpl.dll	3.0.0.22	CCM6.1(3)
SnmpSysAppImpl.dll	3.1.0.30	CCM6.1(3)
SOAPISAPI.dll	6.1.0.11	6.1(3)sr1
soedapi.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
soedber.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
soedbers.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
soedoid.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
soedper.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
soedpers.dll	5.0.5.0	CCM6.1(3)
SSAPIDLL.dll	3.0.1.58	CCM6.1(3)
synchpwd.dll		CCM6.1(3)
tcdsrv.exe	1.4.1.5	6.1(3)sr1
TcdSrvPerfMon.dll		6.1(3)sr1
TCDSvrBCN.dll		6.1(3)sr1
TelAppSupportX.dll	1.0.0.28	CCM6.1(3)

TftpPerfMon.dll		6.1(3)sr1
TraceFilterExt.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
TRF.dll	1.0.0.1	CCM6.1(3)
UpdateLoadInfo.exe	6.1.0.11	6.1(3)sr1
UserGroups.exe	6.0.0.0	CCM6.1(3)
UserLoginService.dll	1.0.0.0	CCM6.1(3)
UserPermissions.dll	6.0.0.0	6.1(3)sr1
UserPermissionsX.dll	6.0.0.0	CCM6.1(3)
webdialer.war	1.2 (0.17)	CCM6.1(3)

1.4 Backup CCM

Name	Description
Sw version	BARS 6.0.9000

Záloha Call Manageru se ukládá na úložiště na serveru do adresáře \\X.X.X.X\X

Uživatelské jméno *****

Heslo:*****

Test Backup	Result
Okamžité přenesení backup souboru	OK
Plánované přenesení backup souboru	OK

1.5 Restart CCM a IP telefonů

Test Reload CCM	Result
CCM	OK
telefony	OK

1.6 Synchronizace času

Synchronizace času – jednotlivé prvky sítě jsou synchronizovány na ntp server s IP adresou X.X.X.X

Test Synchronizace času	Result
CCM	OK
Aplikační server	OK
Router	OK

Router:

Clock is synchronized, stratum 4, reference is X.X.X.X
 nominal freq is 250.0000 Hz, actual freq is 249.9981 Hz, precision is 2**18
 reference time is C6F5F651.71C71609 (08:29:05.444 UTC Tue Oct 11 2010)
 clock offset is -0.2669 msec, root delay is 3.89 msec
 root dispersion is 150.91 msec, peer dispersion is 0.12 msec

address ref clock st when poll reach delay offset disp

*~X.X.X.X X.X.X.X 3 42 64 377 0.7 -0.27 0.1

* master (syncned), # master (unsyncned), + selected, - candidate, ~ configured

1.7 CCM DHCP

Na CCM je nastaven DHCP server pro přidělování IP adres IP telefonům.

Adres pool: X.X.X.X-X
 Router: X.X.X.X
 Tftp: X.X.X.X

<i>Test DHCP CCM</i>	<i>Result</i>
Nastavení CCM	OK
Přidělení IP adres telefonům	OK

1.8 Testy směrování IP PBX-CCM

- Interní volání
- Místní volání
- Národní volání
- Mezinárodní volání
- Volání na mobilní operátory
- Přeliv pro volání z mobilů

<i>Typ volání- odchozí</i>	<i>Destinace</i>	<i>Result</i>
Mezinárodní	00	OK
Národní	0 Praha	OK
Národní	0 Brno	OK
0 Služby	14116	OK
0 Emergency	014112	OK
mobily	O2	OK
mobily	Vodafone	OK
mobily	Tmobile	OK
mobily přes jiné operátory	Mobily	OK
přeliv mobily přes JTS	mobily	OK
interní	Operátoři CallCentra	OK
interní	ostatní	OK
Vytáčení adresáře	Místní, národní, mobily	OK

<i>Typ volání- příchozí</i>	<i>Destinace</i>	<i>Result</i>
příchozí	volání na 111	OK
příchozí	volání na 200	OK
příchozí	volání na 300	OK
příchozí	volání na 400	OK
příchozí	volání na 500	OK
příchozí	volání na 600	OK

<i>Typ volání- restrikce</i>	<i>Destinace</i>	<i>Result</i>
Zamezení volání na 0906 -9	0906-9	OK
Zamezení mezinárodn.volání pro CCS_národní, CSS_interní	00	OK

1.9 Fax testy

Faxový provoz byl testován přístrojem Telegra D –výrobce Agilent Technologies



Počet testovaných fax.volání 5. /odesláno, přijato/ - OK

1.10 IP telefony

<i>LOAD</i>	<i>Phone</i>
P00307020200	7940
	OK
ATA030201SCCP050429A	ATA186
	OK

<i>Test Reload, routing, services,</i>	<i>Result</i>
7940	OK
ATA186	OK

2 Router s hlasovými moduly

Cisco 2901 (revision 5.0) with 234496K/27648K bytes of memory.
 Processor board ID FCZ093621CF
 2 FastEthernet interfaces
 1 Channelized E1/PRI port
 2 Voice FXO interfaces
 5 DSPs, 72 Voice resources
 DRAM configuration is 64 bits wide with parity disabled.
 191K bytes of NVRAM.
 62720K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

2.1 Router hardware specifikace

<i>Router</i>	<i>Description</i>
HW	Cisco 2901
	XXXXX

2.2 Router software specifikace

<i>Router</i>	<i>Description</i>
SW	C2901
	XXXXX

2.3 Router testy

<i>Test Reload</i>	<i>Result</i>
router	OK
FXO rozhraní	OK
PRI rozhraní	OK
Reload time 90 sec	
<i>Test Synchronizace času</i>	<i>Result</i>
router	OK

Clock is synchronized, stratum 7, reference is X.X.X.X
 nominal freq is 249.5901 Hz, actual freq is 249.5853 Hz, precision is 2**18
 reference time is C53DE989.D09394CB (14:37:13.814 MET Thu Nov 11 2010)
 clock offset is -3.2215 msec, root delay is 2.35 msec
 root dispersion is 4.97 msec, peer dispersion is 0.26 msec

3 L2 infrastruktura

Typ switch , sw verze
Synchronizace
reload

3.1 Switch hardware specifikace

<i>Router</i>	<i>Description</i>
HW	Cisco 3560 X
	Cisco 3560 X

3.2 Switch software specifikace

<i>Router</i>	<i>Description</i>
SW	XXXXXX

3.3 Switch reload test

<i>Test Reload</i>	<i>Result</i>
Cisco 3560 X	OK
Cisco 3560 X	OK

4 CRS / Aplikační server typ HW, OS

4.1 Hardware

<i>Name</i>	<i>Description</i>
HW	XX
Konfigurace	XX

4.2 Software

<i>Name</i>	<i>Description</i>
CRSA	XX
SW	XX
SW	XX
OS Image	XX
OS Service Release	XX

4.2.1 Login IP adresace

<http://X.X.X.X/CRALogin/AppAdminLogin>

<i>Name</i>	<i>IP address</i>
CRS	X.X.X.X
User name	XX
PSW	*****

4.2.2 Test reload serveru a aplikace

<i>Test Reload</i>	<i>Result</i>
Server CRS	OK
Aplikace CRS	OK

4.3 Test aplikací a skriptu

<i>JTAPI trigger</i>	<i>Aplikace</i>	<i>sessions</i>	<i>Skript</i>	<i>test</i>
111	PS_main	25	PS_main.aef	OK
222	PS_vip	25	PS_vip.aef	OK
971	PS_DavkyOdbytné	5	PS_specialiste.aef	OK
972	PS_NoveSmlouvy	5	PS_specialiste.aef	OK
973	PS_Platby	5	PS_specialiste.aef	OK
974	PS_Prevody	5	PS_specialiste.aef	OK
975	PS_PrideleniKodu	5	PS_specialiste.aef	OK
976	PS_Provize	5	PS_specialiste.aef	OK
977	PS_SmluvniVztahy	5	PS_specialiste.aef	OK
978	PS_Umrti	5	PS_specialiste.aef	OK
979	PS_ZuctovanePlatby	5	PS_specialiste.aef	OK

4.3.1 Test prompt

<i>Prompts</i>	<i>test</i>
PS_main_call_later.wav	OK
PS_main_infolinka.wav	OK
PS_main_menu.wav	OK
PS_main_option_to_record.wav	OK
PS_main_record.wav	OK
PS_main_wait.wav	OK
PS_main_welcome.wav	OK
PS_main_zamestnavatele_menu.wav	OK
PS_main_zastupci_menu.wav	OK
PS_menu4.wav	OK
PS_MoH.wav	OK
PS_non_working_hours.wav	OK

4.3.2 Test skupin operátorů

<i>skills</i>	<i>test</i>
group1	OK
group2	OK
specDavkyOdbytne	OK
specNoveSmlouvy	OK
specPlatby	OK
specPrevody	OK
specPrideleniKodu	OK
specProvize	OK
specSmluvniVztahy	OK
specUmrti	OK
specZuctovanePlatby	OK

4.3.3 Test operátorů a specialistů:

logování
nahrávání
přepojování

<i>Resource Name</i>	<i>Extension</i>	<i>test</i>
Katerina X	X	OK
Adela X	X	OK
Katarina X	X	OK
Lenka X	X	OK
Vera X	X	OK
Jitka X	X	OK
Renata X	X	OK
Jan X	X	OK

Zuzana X	X	OK
Andrea X	X	OK
Petra X	X	OK
Ilona X	X	OK
Sona X	X	OK
Vera X	X	OK
Katerina X	X	OK
Michaela X	X	OK
Agnezka X	X	OK
Petre X	X	OK
Stanislava X	X	OK
Alena X	X	OK
Natalie X	X	OK
Hynek X	X	OK
Marika X	X	OK
Marie X	X	OK
Michaela X	X	OK
Martina X	X	OK
Jana X	X	OK
Lucie X	X	OK
František X	X	OK

4.4 Backup CRS

Záloha CRS se ukládá na uložisko na serveru do adresáře \\X.X.X.X
 Uživatelské jméno XXXX
 Heslo:*****

<i>Test Backup</i>	<i>Result</i>
Okamžité přenesení backup souboru	OK
Plánované přenesení backup souboru	OK

4.5 Historical reporting

<i>Historical reporting</i>	<i>Result</i>
Instalace /W2000, XP/	OK
Vytváření reportů	OK

4.6 Hlasové schránky

<i>Hlasové schránky</i>	<i>Result</i>
Vytvoření a přiřazení uživatelům	OK
Přepad volání na schránku	OK
Uložení zprávy	OK
Vyzvednutí zprávy	OK
Smazání zprávy	OK



Telefonica

Testováním systému bylo ověřeno, že se systém inicializuje, vykonává činnosti a končí podle toho, jak je specifikováno v testovacím protokolu.

Body 1.1 až 4.6 jsou akceptovány bez výhrad.

Kontaktní místo dodavatele: Telefonica O2 Czech Republic, a.s., Za Brumlovkou 266/2, Praha 4,
Front Desk Tel: 800 02 02 02.

Uživatel tímto potvrzuje, že převzal dodávku do provozu podle specifikace na základě objednávky
Poštovní spořitelny, číslo:9991/10.

Za dodavatele

Za uživatele

Datum: 14.10.2010

Datum:14.10.2010

Podpis odpovědného zástupce
Telefonica O2 Czech Republic, a.s.

Podpis odpovědného zástupce
Poštovní spořitelna

Telefonica

O₂

Věc: Poděkování

Děkuji panu Janu Ročkovi za bezproblémovou instalaci IP telefonie pro zákazníka Poštovní spořitelna.

S pozdravem

Ing. Tomáš Lang
top account manager
Telefonica O2 Czech Republic a.s.
Za Brumlovkou 266/2, 140 00 Praha 4