

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Softwarová IP telefonie

Petr Mendl

© 2011 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Softwarová IP telefonie" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.03. 2011

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat Ing. Václavu Lohrovi za jeho odborný dohled a pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Softwarová IP telefonie

Software based IP telephony

Souhrn

Tato bakalářská práce popisuje nejčastěji používané kodeky ve VoIP telefonii se zaměřením na konfiguraci a instalaci freewarové VoIP telefonní ústředny „Asterisk“. Práce je rozčleněna do několika částí, kde v úvodní části je uveden historický přechod z analogových ústředn k ústřednám digitálním až po ústředny 5. generace, tzv. IP telefonii. Dále se zabývá popisem nejčastěji používaných protokolů a kodeků telefonie a popisem možných koncových analogových, ale i VoIP zařízení, které je možné začlenit do telefonní ústředny. Hlavní cíl byl zaměřen na vlastní konfigurační možnosti této VoIP ústředny v reálném prostředí s využitím nejčastěji používaných funkcí a nastavení, které lze použít pro tuto telefonní ústřednu. V závěru práce je ekonomické vyhodnocení s porovnáním značkových výrobců VoIP ústředn.

Klíčová slova:

VoIP	H.323
IP telefonie	Asterisk
UDP	PBX
TCP	IVR
SIP	CRM

Summary

This bachelor work deals with the most commonly used codecs in VoIP telephony, concentrating on configuration and installation of freeware VoIP phone switchboard 'Asterisk'. The work is divided into several parts, the first one features historical switch-over from analog switch-boards to the digital ones and finally to the 5th generation switch-boards, so-called VoIP telephony. Further, this work describes the most often used protocols and telephony codecs and it is also concerned with the description of potential terminal analog or VoIP equipment, which is possible to integrate into the switch-board. The main task is aimed at configuration possibilities of this VoIP switch-board in real environment, using the most commonly used functions and set-up which can be used for this switch-board. In the conclusion of this work, there is the economic evaluation and comparison of brand switch-board producers.

Key words:

VoIP	H.323
IP telephony	Asterisk
UDP	PBX
TCP	IVR
SIP	CRM

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE A METODIKA	9
2.1 CÍL PRÁCE	9
2.2 METODIKA PRÁCE	10
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA IP TELEFONIE.....	10
3.1 ZÁKLADNÍ TRANSPORTNÍ PROTOKOLY	11
3.1.1 Protokol IP	11
3.1.2 Protokol UDP	11
3.1.3 Protokol RTP	12
3.2 SIGNALIZAČNÍ PROTOKOLY VOIP	12
3.2.1 SIP protokol	12
3.2.2 Protokol H.323.....	13
3.2.3 Protokol IAX.....	14
3.3 POUŽÍVANÉ KODEKY	16
3.3.1 Kodek G.711	16
3.3.2 Kodek G.726	17
3.3.3 Kodek G.729	17
3.3.4 GSM.....	18
3.3.5 G.723	18
3.3.6 G.728	18
4 VARIABILITA A FUNKČNOST SYSTÉMU ASTERISK	19
4.1 ZÁKLADNÍ POPIS – TEORETICKÁ ČÁST	19
4.1.1 Významné funkce využívané v telefonní ústředně Asterisk	19
4.1.2 Koncová zařízení.....	22
Analogové telefonní přístroje	22
4.2 PRAKTICKÁ ČÁST	27
4.2.1 Technické parametry Asterisku	27
4.2.2 Instalace	28
4.2.3 Konfigurační soubory Asterisku	29
5 PROBLEMATICKÁ MÍSTA IP TELEFONIE	39
5.1 HLASOVÉ VZORKY	39
5.2 QoS	40
5.3 FIREWALL	41
5.4 TOPOLOGIE SÍTĚ.....	41
5.5 EKONOMICKÉ VÝSLEDKY	42
6 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	43
7 ZÁVĚR.....	44
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	45
9 PŘÍLOHY	46
9.1 ZKRATKY A VYSVĚTLIVKY	46

1 Úvod

Z historie je známé, že telefonní a datové sítě se vždy oddělovaly. Až teprve na konci osmdesátých let dvacátého století se začaly objevovat první náznaky konvergence pomocí modemů umožňující modulovaný přenos dat přes telefonní síť. S rostoucí přenosovou kapacitou sítě docházelo k neustálému zdokonalování digitálního zpracování jak akustických, tak obrazových signálů, jež začaly využívat internet pro hlasovou i video komunikaci v aktuálním (reálném čase). Díky masovému rozšíření internetu téměř z jakéhokoli místa stále více rozšiřuje telefonování přes internet. Právě trendem 21. století je konvergence telefonní a datové sítě. Neustále rostoucí požadavky uživatelů koncových zařízení jak telefonní, tak i datové sítě vytvářejí tlak na rychlý vývoj technologií na směrování výpočetní techniky a klasické telefonie. Internetová telefonie se díky tomu dostává do popředí a začíná konkurovat velkým operátorům, poskytovatelům pevných telefonních linek. Rozšiřuje se tak konkurenční prostředí firem poskytující služby v oblasti telekomunikací. Při modernizaci telefonní sítě nebo rozšiřování stávajících telefonní ústředn (PBX) existuje možnost sdružení starší generace PBX a modernější ústředny, které hovory přenášejí přes datovou síť, kde hovoříme o tzv. IP telefonii a tedy IP PBX. Při řešení těchto konvergencí starších telefonních ústředn spojených s novými telefonními ústřednami není zapotřebí rozvádět po celé budově novou strukturovanou kabeláž, ale je možné zachovat stávající telefonní rozvody, kde se dají ušetřit nemalé investiční náklady spojené s rozšiřováním počítačové sítě z důvodu přenosu hlasu po IP.

IP telefonie používá pro přenos protokoly, kde jsou hovory přenášeny po paketech přes datovou síť. Pro připojení do veřejné telefonní sítě je možné využít již zmíněných stávajících starších ústředn, které jsou propojeny PRI nebo BRI příčkou na modernizované IP telefonní ústředny, nebo přímo využitím internetové přípojky s využitím dnes běžně dostupných služeb operátora, který podporuje přenos hlasu přes datovou přípojku označovanou Voice – over – Internet Protokol, ve zkratce označované jako VoIP.

IP telefonie má své specifické požadavky, jako je například požadovaná šířka pásma, zpoždění, rozptyl, ztrátovost paketů, nebo nastavování různých typů kodeků pro správnou hlasovou komunikaci jak v rámci PBX, tak směrem k poskytovateli VoIP služeb. VoIP telefonie se řadí do páté generace telefonních ústředn.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Výsledkem této práce bude ucelený návrh konfigurace a instalace IP PBX aplikovatelný v praxi se zaměřením na rešeršní zpracování základního popisu protokolů, které se využívají ve VoIP technologii. Autor se podrobněji zaměřuje na Open Source telefonní ústřednu Asterisk. Dílčím cílem je popis základních možností nastavení při instalaci a konfiguraci této ústředny, včetně plánu reálného nasazení objednavatele technologie, který si při tvorbě projektové dokumentace může specifikovat své technické požadavky a podmínky pro provoz a plánované telefonní služby.

Tato práce bude také zaměřena na výběr vhodného kodeku, plánování hlasového automatu, možnosti záznamu CDR vět, propojení s CRM systémy třetích stran a záznam hovorů.

V další části budou uvedeny základní informace o využití a konfiguraci malého telefonního centra a způsobu odbavování hovorů. Část práce je věnována na zhodnocení ekonomické výhodnosti nasazené VoIP technologie z hlediska modernizace telekomunikačního zařízení s možným snížením nákladů, jak na telefonní komunikaci v rámci firmy, tak mimo ni a samozřejmě včetně ohledu na fixní náklady vynaložené na pořízení typu zvolené IP telefonní ústředny. Malá část je věnována srovnání realizace pořízení nové technologie od renomovaných komerčních výrobců pobočkových ústředěn, nebo pořízení Open Source IP PBX, výše uvedený „Asterisk“. Výsledkem bude komplexní zpracování návrhu obsahujícího co vše je při nasazení VoIP technologie (a instalace IP PBX) zapotřebí mít připravené a jaká jsou úskalí instalace a nastavení konfiguračních souborů potřebných pro správnou funkci tohoto druhu telefonního systému. Celý návrh bude zpracováván jako případová studie modelovaná na reálné zakázce společnosti, ve které je autor zaměstnán.

2.2 Metodika práce

Zvolen byl reálný postup instalace nasazení VoIP technologie s využitím poznatků z praxe. Úvodní analýza.

Pro analýzu případové studie v této práci bude nutné získat technická data, zejména počet plánovaných telefonních účastníků, kapacitu hovorů callcentra a místní možnosti připojení do telekomunikační sítě. Tato data později poslouží pro syntézu řešení technické specifikace hardwaru a úpravu stávající datové sítě nutnou pro spolehlivý provoz.

Na základě poskytnutých dat bude provedena reálná instalace, kterou předcházelo vyhodnocení vlastností telekomunikačního systému. Například výběr kodeků, směrování hovorů, vytvoření IVR stromu včetně přípravy hlásek. V této práci budou vysvětleny základní principy VoIP protokolů, nejčastěji používaných kodeků pro přenos hlasu, struktura konfiguračních souborů PBX a základní hardwarové vlastnosti koncových zařízení, zejména telefonních přístrojů. Veškerá základní konfigurace bude probíhat v laboratorních podmínkách, samotná implementace u zákazníka bude sestávat pouze z instalace hardware do serverovny, připojení koncových zařízení a případných dodatečných konfigurací. Pro tuto práci bude použit navrhovaný modelový přístup, který využívá veškeré možnosti Open Source softwarové IP PBX Asterisk. Proto byla práce zaměřena na základní konfiguraci s propojením do veřejné telefonní sítě (PSTN), vytváření hlasového automatu IVR a propojení s CRM systémem zákazníka.

3 Teoretická východiska IP telefonie

VoIP – voice over internet protokol je technologie umožňující přenos hlasu digitální cestou v paketech protokolů TCP – UDP – IP. Využívá se pro telefonování prostřednictvím internetu nebo jiné počítačové TCP/IP sítě.

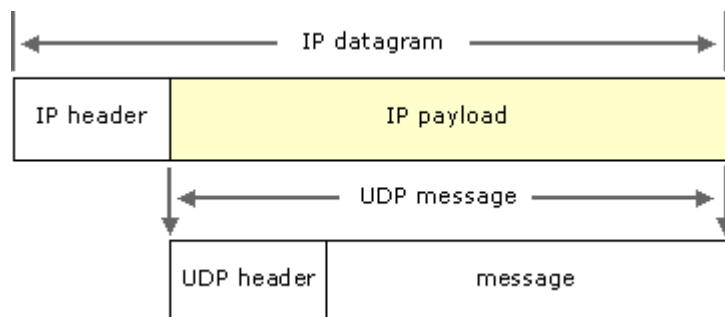
3.1 Základní transportní protokoly

3.1.1 Protokol IP

IP protokol definuje základní jednotku dat, která je soustavou TCP/IP sítí přenášena na úrovni síťové vrstvy, tzv. Internet Protocol datagram, zkráceně IP datagram (IP paket) a jeho přesný vnitřní formát. Definuje také způsob, jakým mají být jednotlivé IP datagramy směrovány, a toto směrování pak příslušný IP software také zajišťuje. Kromě toho IP protokol také podrobněji definuje i další aspekty poskytované nespolehlivé a nespojované přenosové služby - například podmínky, za jakých mohou být přenášené pakety zahazovány či kdy mají být generována chybová hlášení a jaká tato hlášení mají být. [1]

3.1.2 Protokol UDP

Protokol UDP (user datagram protokol) poskytuje nespojované datagramové služby, které se snaží doručit data všemi dostupnými prostředky, nezaručují však doručení datagramů ani správné pořadí příjmu. Zdrojový hostitel, který požaduje spolehlivou komunikaci, musí používat protokol TCP, nebo program, který je schopen sám zajistit řazení paketů a potvrzování příjmu. Zprávy UDP jsou před odesláním zapouzdřeny do datagramů, jak je znázorněno na následujícím obrázku č. 1. [2]



Obrázek. č.1 Datagramy IP [2]

Základní rozdíl mezi TCP a UDP je garance došlého paketu. U protokolu TCP dostáváme zpětnou reakci, že paket došel v pořádku, u protokolu UDP jsme bez informace, zda vše došlo v pořádku.

3.1.3 Protokol RTP

RTP je zkratka slov Real Time Protocol. Původní standard TCP/IP měl pouze dva transportní protokoly: TCP a UDP. S příchodem multimédií se ukázalo, že tyto dva nestačí, a proto byl vytvořen protokol pro přenos v reálném čase RTP a k němu řídicí RTCP protokol. RTP je vlastně jakási nadstavba nad UDP. Oproti UDP zajišťuje navíc doručování paketů ve správném pořadí, toho se dosahuje pomocí číslování paketů, nebo časových razítek. RTCP slouží pro synchronizaci audia a videa. [3]

3.2 Signalizační protokoly VoIP

3.2.1 SIP protokol

Protokol pro navazování relací SIP (Session Initiation Protocol; původně RFC 2543, nahrazeno RFC 3261-3265, 3853) je jednoduchý obecný protokol pro navazování interaktivních komunikačních relací mezi dvěma či více koncovými zařízeními v Internetu, která si je sám protokol schopen vyhledat. SIP se používá samozřejmě nejen pro inicializaci, ale i modifikaci a ukončování interaktivních relací (tedy komunikace v reálném čase). Jak název protokolu napovídá, jedná se o protokol relační, ale protože TCP/IP žádnou relační vrstvu nerozeznává, patří SIP mezi protokoly aplikační vrstvy a pracuje nad transportními protokoly UDP (většinou) nebo TCP.

SIP poskytuje následující služby:

- lokalizace uživatele – určení koncového systému pro danou komunikaci
- navázání spojení – stanovení parametrů pro volající a volanou stranu
- dostupnost uživatele – zjištění (volitelné) dostupnosti volané strany a sledování přítomnosti
- uživatelské možnosti – určení média a jeho parametrů

SIP pracuje na principu klient-server. Mezi koncové body, uživatelské agenty (obsahující klienta UAC, UA Client a server UAS, UA Server), patří uživatelská zařízení jako SIP telefony a PC s klientským softwarem a brány do jiných sítí (zejména brány pro IP telefonii). Servery mohou fungovat jako zástupci (proxy), kdy zastupují klienty při předávání požadavků SIP na další server. Servery mohou podporovat přesměrování (redirect), kdy klienta informují o dalším skoku v síti, kam se má zpráva poslat a klient, nebo proxy následně kontaktuje doporučené zařízení sám. Registraci momentálního umístění klientů zpracovávají registrátoři (registrar), kteří informace o uživatelských agentech aktualizují v serveru umístění (location) nebo databázi.

Adresace v SIP

SIP URL mají různé formy (obecně sip: user@domain) a mohou obsahovat telefonní čísla.

Příklady: sip: **abc@test.cz** - adresa počítače uživatele abc v doméně test.cz

sip: **+420-212345678@test.cz** – telefonní číslo uživatele dosažitelné prostřednictvím brány

Základní výhodou protokolu SIP je jeho jednoduchost. Potřebuje jen malý počet zpráv a navíc díky tomu, že umožňuje aplikacím nezávislost na síťové vrstvě, může pracovat nad různými typy sítí. Uživatele lze v síti lokalizovat a komunikovat s nimi bez ohledu na konkrétní koncová zařízení, která právě používají. SIP protokol je v současnosti nejrozšířenější protokol pro přenos hlasu přes datové sítě.

3.2.2 Protokol H.323

Protokol H.323 představuje mezinárodní standard ITU, který nezaručuje kvalitu přenosové cesty. Definuje infastrukturu sítě prostřednictvím následujících komponent:

H.323 terminál - je entita, zabezpečující funkci virtuálního terminálu pro audiovizuální služby. Terminál obsahuje jednotky kodeků pro připojení audio/video zařízení. K audio zařízení řadíme různé mikrofonní systémy a telefonní zařízení produkující akustický modulovaný signál. Ten se transformuje pomocí standardního kodeku PCM G.711 na data. Podobně jsou obrazové výstupy video zařízení transformované na data kodekem H.261.

Pro řízení komunikace a přenos zakódovaných dat mezi terminály H.323 slouží protokoly H.245 a H.225. Terminál H.323 je obvykle implementován přímo na počítači PC vybaveném audio/video zařízením (např. zvuková karta).

H.323 GW (gateway) - je brána, která zabezpečuje přenos audio/video provozu mezi různými systémy s odlišným protokolovým vybavením. Do působnosti brány patří transformace řídicích příkazů audio/video kodeků podle koncových systémů.

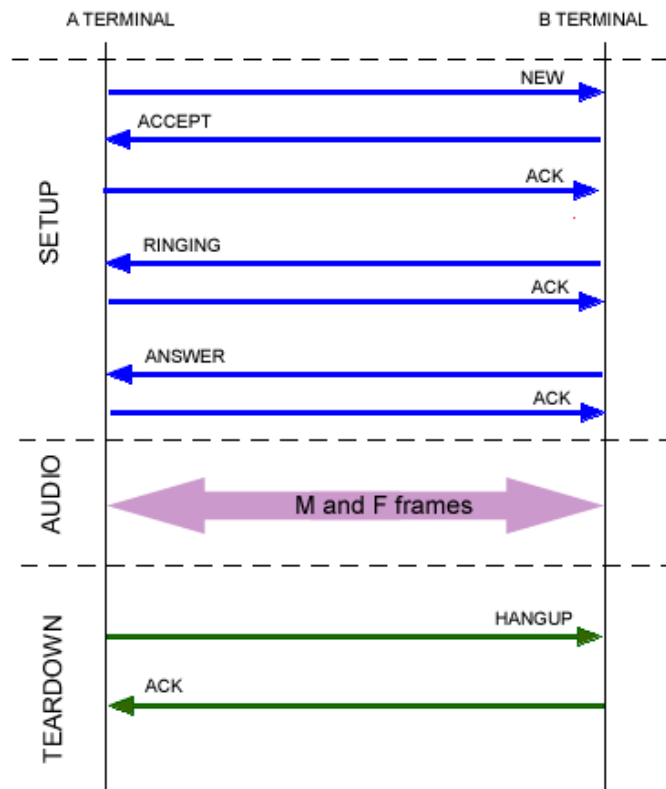
Gatekeepers - entita zabezpečující převod adres a přístupu k jednotlivým terminálům H.323. Do její působnosti patří řízení, přidělování šířky pásma sítě LAN mezi komunikujícími terminály H.323, kontrola aktivity terminálů a další jiné bezpečnostní funkce.

3.2.3 Protokol IAX

IAX protokol byl vyvinut firmou Digium pro účely komunikace s ostatními Asterisk servery. Je důležité vědět, že IAX není limitován pouze na Asterisk, ale standart je otevřen pro kohokoliv a podporován mnoha open source telekomunikačními projekty stejně jako výrobci hardwaru. IAX je transportní protokol, který využívá jeden UDP port 4569 jak pro signalizaci, tak pro streamy. Jeho unikátní vlastností je seskupování několika relací do jednoho datového proudu, což může být obrovská výhoda ve využití šířky pásma, pokud posíláme mnoho simultánních kanálů. Tato schopnost (trunking) umožňuje několika různým streamům být reprezentovány jednou datagramovou hlavičkou, což snižuje režijní náklady spojené s jednotlivými kanály. To napomáhá nižšímu zpoždění a redukuje požadavky na šířku pásma.

Ačkoliv byl IAX optimalizován pro hlas, obdržel spoustu kritiky pro špatnou podporu videa. Ve skutečnosti IAX drží potenciál přenášet mnohem více různých požadovaných médií a to díky tomu, že je otevřený a budoucí typy médií mohou být v budoucnu implementovány dle požadavků komunity.

IAX obsahuje schopnost ověření třemi způsoby: plain text, MD5 hashování a RSA výměna klíčů. Je také schopen provoz šifrovat použitím dynamické výměny klíčů během sestavování spojení (call setup) konfigurací možnosti encryption=aes128 umožňující automatickou změnu klíčů.



Obrázek. č. 2 Navázání spojení IAX [4]

- Sestavení spojení - terminál započne spojení a pošle „new“ zprávu. Volaný terminál odpoví zprávou „accept“ a volající odpoví také ACK. Následuje signál volaného „ringing“ o tom, že zvoní, potvrzeno ACK od volajícího. Ve chvíli, kdy dojde k vyzvednutí hovoru, posílá volaný „answer“, volající potvrdí ACK a začíná hovor.
- M a F rámce jsou posílány každý jedním směrem s audio daty. Každý stream zahrnuje většinou IAX Mini rámce (M frames), které obvykle obsahují jednoduchou 4-bytovou hlavičku, která je šetrná k využití šířky pásma. Stream je doplňován pravidelnými plnými rámci (Full frames), které obsahují synchronizační informace. Je důležité si uvědomit, že tyto audio streamy a signalizace využívají stejný UDP protokol a tím dojde k vyhnutí se případným problémům s NATem.
- Ukončení spojení je provedeno vysláním „hangup“ zprávy a jejím potvrzením.^[4]

3.3 Používané kodeky

Kodek je zařízení nebo program, který dokáže provádět kódování a dekódování digitálního datového proudu nebo signálu. Ke kódování a dekódování, nebo komprimaci či dekomprimaci dat se používají různé typy kodeků. Bez jejich použití by data využívala velkou šířku pásma linek WAN. Kodeky jsou důležité zejména v případě využívání sériových linek s nižší rychlostí, na kterých je důležité ušetřit byť i jediný bit šířky pásma.

Pro přenos hlasu v IP sítích jsou používány kodeky podle doporučení ITU-T řady G. Před přenosem do datové sítě musí být nejdříve lidský hlas digitalizovaný za pomoci analogového digitálního převodníku. Je zjištěno, že lidský hlas vydává frekvenci cca 4 kHz a při digitálním zpracování je zapotřebí hlas kódovat 2x vyšší frekvencí tzn. 8 kHz. Typ použitého kodeku souvisí s kvalitou hlasových služeb. Existuje větší řada kodeků, které jsou využívány pro komprese hovorového signálu ve VoIP. Čím větší komprese hovoru, tím menší jsou nároky na šířku používaného pásma. Větší komprese má však za následek zhoršení kvality hovorového signálu. Vzhledem k tomu, že šířka pásma sítě WAN je pravděpodobně nejdražší komponentou podnikové sítě, musí správci sítě vědět, jak vypočítat celkovou šířku pásma nutnou pro přenos hlasových dat a jak snížit celkovou míru využití šířky pásma.

Mezi nejznámější kodeky využívané ve VoIP telefonii patří zejména níže uvedené.

3.3.1 Kodek G.711

G.711 je nejběžnější, nejrozšířenější a nejjednodušší standard používaný v telekomunikacích. Byl schválen jako ITU-T standard v roce 1988. Bohužel pro svou jednoduchost je také nejméně úsporný na přenosovou rychlost. Vzorkovací frekvence u tohoto formátu je 8 kHz a rozlišení 8 bitů, z toho vyplývá přenosová rychlost 64 kbit/s. G.711 je použit u ISDN a PCM.

Pro kódování signálu se používá logaritmická komprese, kdy je dvanácti či třináctibitový signál převáděn na osmibitový signál. Logaritmická komprese hovorového signálu je v Evropě a Austrálii známá jako A-law, v Severní Americe a Japonsku jako μ -law. V Severní Americe a Japonsku se používá vyšší komprese, protože v tamních telefonních

sítích je používáno pouze 7 bitů pro přenos hlasu a osmý bit se používá na signalizaci. V Evropě se používá pro přenos hlasu všech 8 bitů a signalizace je přenášena samostatným kanálem (např. pomocí signalizace č.7, CAS či jinou signalizací). V Evropě a Austrálii má tedy přenos hlasu v digitální telefonní síti vyšší kvalitu, než stejný přenos pomocí telefonní sítě v Severní Americe či v Japonsku. Na rozhraní těchto sítí musí proto dojít k překódování. Jakým způsobem je hlas kódován, tedy informace o použitém formátu, jsou přenášeny pomocí signalizace. [5]

3.3.2 Kodek G.726

Kódování ITU-T ADCMP (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) při přenosové rychlosti 40, 32, 24 a 16 kb/s. Hlas kódovaný metodou ADPCM lze vyměňovat mezi paketovými hlasovými sítěmi, sítí JTS (veřejnou telefonní sítí) a sítí PBX, pokud jsou sítě PBX nakonfigurovány na podporu kódování ADPCM. Čtyři přenosové rychlosti spojené s kódováním G.726 jsou často označovány podle bitů velikosti vzorku: 2bitové, 3bitové, 4bitové a 5bitové.

Tento kodek byl na světě po nějakou dobu (nyní už jej moc nepotkáme) a patří mezi původní kompresní kodeky. Je znám pod jménem Adaptivní diferenciální pulzně šířková modulace (ADPCM). Funguje na několika vzorkovacích frekvencích od 16 Kbps až po 32 Kbps. G.726 poskytuje téměř identickou kvalitu jako G.711, ale pouze s poloviční šířkou pásma. Je to z toho důvodu, že místo toho, aby posílal výsledek kvantizačního měření, posílá pouze informaci o popisu rozdílu mezi předchozím a současným vzorkem. G.726 byl v devadesátých letech kvůli nepodpoře modemových a faxových signálů neúspěšný, avšak díky nízké náročnosti na CPU zažívá comeback.

3.3.3 Kodek G.729

Používá komprimaci CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction) ke kódování hlasu do datových proudů s přenosovou rychlostí 8 kb/s. G729a (tj. Dodatek Ak G729) vyžaduje méně výpočtů, ale menší složitost není bez kompromisů, protože kvalita řeči je rozhodně horší. Také kodek G729.b (tj. Dodatek B kodeku G729) přidává podporu pro VAD a CNG, aby byl kodek G.729 efektivnější ve využívání šířky pásma. Funkce kodeku G729a a G729b lze zkombinovat do kodeku

G729.ab. Norma G729 pracuje s přenosovou rychlostí 8 kb/s, ale existují rozšíření nabízející přenosovou rychlost 6,4 kb/s (dodatek D). Je to úsporný hlasový kodek, který umožňuje efektivněji využít limitované pásmo pro přenos hlasu po počítačové síti (IP telefonie). Běžně je pro hovor vyčleněno pásmo o šířce 64 kbit/s, např. kodek G.711 (8 kHz, 8 bitů, ISDN a PCM, tedy standardní digitální telefonní síť). Kodek G.729 umožňuje toto pásmo snížit na šířku 8 kbit/s. Tento kodek patří mezi kodeky s největším poměrem kvalita/šířka požadovaného pásma. Nevýhodou je, že požaduje placenou licenci. [6]

3.3.4 GSM

Poskytuje podobné parametry jako G.729A s tím rozdílem, že je zdarma dostupným a použitelným. šířka pásma je 13 kbps.

3.3.5 G.723

Popisuje kódér řeči s duální přenosovou rychlostí pro multimedialní komunikaci. Tuto metodu komprimace lze používat pro komprimaci komponent řeči, nebo zvukového signálu při velmi nízké přenosové rychlosti, jako součást norem ze skupiny H.324. K tomuto kodeku jsou přidruženy dvě přenosové rychlosti.

- R63 – 6,3 kb/s s pomocí 24-bajtových rámců a algoritmu MPC-MLQ (multipulse LPC with Maximum Likelihood Quantization)
- R53 – 5,3 kb/s pomocí 20-bajtových rámců a algoritmu ACELP . Vyšší přenosová rychlost je založena na technologii ML-MLQ a zajišťuje návrhářům systému vyšší flexibilitu.

3.3.6 G.728

Popisuje 16 kb/s odchylku LDCELP (Low-Delay Code Excited Linear Prediction) komprimace hlasu CELP. Kódování hlasu CELP musí být přeloženo do formátu veřejné telefonie pro doručení do sítě JTS, nebo prostřednictvím této sítě.

4 Variabilita a funkčnost systému Asterisk

4.1 Základní popis – teoretická část

Asterisk je komplexní softwarová ústředna, která začíná být velmi významným konkurentem komerčním telefonním ústřednám. Možnosti použití jsou daleko větší než u standardních telefonních ústředen. Asterisk umožňuje připojit vzdálené sítě přes internet. Jednoduše umožňuje připojit telefonní pobočku zaměstnance přes internet z téměř jakéhokoli místa do lokální telefonní ústředny společnosti. Dokáže propojit dvě VoIP ústředny přes WAN rozhraní, což bývá běžným trendem propojení dvou firemních poboček mezi sebou. Tímto pak dochází ke značnému snížení telefonních poplatků za telekomunikační služby. Variabilita Asterisku nabízí koncovým uživatelům velkou škálu funkcí, které je možné využít v pracovním procesu, jako jsou např. záznamové schránky, využití interaktivních hlasových služeb jako je IVR, nahrávání telefonních hovorů včetně vedení tarifikačních dat uskutečněných telefonních hovorů. Je nutné zdůraznit, že tato IP pobočková ústředna začíná být trendem již i u menších podniků s využitím callcentrových řešení, které Asterisk dokáže odbavovat. Asterisk je open source software s GNU licencí.

Projekt GNU je projekt zaměřený na svobodný software, inspirovaný operačními systémy unixového typu. Původním cílem bylo vyvinout operační systém se svobodnou licencí, který však neobsahuje žádný kód původního UNIXu. Jeho jméno je rekurzivní zkratka pro GNU's Not Unix (angl. GNU Není Unix). S vývojem doby vzniklo již několik verzí této pobočkové ústředny, kde každá verze přinesla nové potřebné funkce, které si vyžádal trh na základě zkušeností. Poslední aktualizovaná verze je 1.8

4.1.1 Významné funkce využívané v telefonní ústředně Asterisk

IVR, někdy také nazývaný audiotextové služby, je interaktivní hlasový systém využívaný v telekomunikačních službách, který je určený ke komunikaci se zákazníkem a dokáže přinést do firmy významný benefit. Jedná se o předdefinované hlasové segmenty určené ke zjištění základních údajů a zodpovězení jednoduchých i komplexních dotazů. Pomocí IVR můžeme například nakonfigurovat 24-hodinový přístup do firmy pomocí telefonního systému - tzv. uvítací menu do firmy. V současné době je IVR považováno jako běžná součást telefonního systému. Na jedné straně musí automatizované systémy

bezchybně zajistit nasměrování příchozích hovorů na správnou službu, na straně druhé potřebují zaměstnanci, kteří přijímají hovor, okamžitý přehled o volajícím zákazníkovi, aby byli schopni poskytnout potřebné informace.

Nahrávání příchozích telefonních hovorů

Jednou z velkých výhod Asterisku je, že umožňuje nahrávat jakékoliv telefonní hovory uskutečněné jak ze strany uživatele telefonní pobočky Asterisku, tak i příchozí telefonní hovory ze strany vzdáleného účastníka. Ústředna může zaznamenávat i interní telefonní ústředny v rámci poboček. Lze zde specifikovat konkrétní pobočku, která bude nahrávána a zaznamenávána, nebo celý systém jako celek. Vlastní nahrávky jsou ukládány do souboru v komprimovaných formátech „mp3“, nebo „gsm“. Popis souboru nahrávky si můžeme sami definovat, tzn. můžeme do popisu souboru na základě funkcí Asterisku vložit tyto informace:

- **datum** (rok, měsíc, den)
- **čas** (hodina, minuta)
- **jaká pobočka volala**
- **jaké číslo pobočka volala**
- **další popis „description“**
- **unikátní ID**

Při konfiguraci je důležitá správná volba, kam mají být nahrávky ukládány, protože je důležité mít k dispozici připraven dostatečný diskový prostor pro ukládání nahrávek. Zde je nutné podotknout, že při takovém to požadavku musí (dle zákona), být účastník, který volá nahrávanou pobočku informován, že uskutečněný hovor může být monitorován. Toho docílíme, že před vlastním vyzváněním na danou pobočku 111 vložíme hlásku, která bude účastníka informovat o možném monitorování hovoru.

Pokročilý routing hovorů

Ústředna Asterisku umožňuje směrování hovorů na základě velmi sofistikovaných pravidel. Routování hovorů je možné provádět na základě informací uložených

v databázových systémech (zákaznický systém CRM) s využitím takzvaného „fast agi skriptu“. FAGI je služba, která spouští jednotlivé skripty (JAVA třídy). V okamžiku, kdy přichází hovor v dial plánu na „extenzi“, dojde k volání zmíněné služby, která spustí příslušný skript, jako například select do databáze zákazníka.

Pokročilý routing je možné nastavit též na základě času, datumu, čísla volajícího. Toto se zejména využívá v případě různého směrování hovorů v pracovní době a pracovním klidu.

Příposlech hovorů

Využití je především v „callcentrech“ v případě, kdy vedoucí směny (supervizor) potřebuje sledovat kvalitu odváděné práce pro operátory. Běžně se tato volba naprogramuje pod nějaké tlačítko telefonního přístroje.

Callcentrum

Slouží především pro odbavování telefonních hovorů týkajících se konkrétních služeb, jako je například zákaznická linka, poruchová linka. V tomto případě dochází k souběžnému volání více zákazníků na konkrétní službu dodavatele. Při čemž hovory je možné řadit do front dle jednotlivých služeb. Ke každé takové frontě (službě) je zahlášeno několik operátorů. Systém callcentra pak přiděluje hovory, příchozí do dané fronty, zahlášeným operátorům (agentům) na základě několika parametrů:

- **skill** (dovednost operátora)

- **aktuální stav agenta** - přijímám hovory, nepřijímám hovory, agent je zalogovaný

Každý operátor má možnost určovat stav, zda přijímá či nepřijímá hovory na základě jeho vytížení.

Tarifikace telefonních hovorů (CDR věty)

Umožňuje zaznamenávat veškeré informace o telefonních hovorech, jako je například:

datum volání, číslo volaného, čas volání, čas vyzvednutí, číslo volajícího, informace odbavení hovoru atd. Tyto informace se ukládají do CSV souboru na uživatelsky definované místo v souborovém systému.

Asterisk využít jako media Gateway

Asterisk nabízí rozsáhlé využití na propojení do různých telekomunikačních technologií přes různé druhy rozhraní, jako je například BRI, PRI, analog, GSM brány a VoIP připojení. Velmi populární komunikační software „skype“ využívaný v podnicích je možné též zaintegrovat do ústředny Asterisk.

CTI

Umožňuje vytvářet nové softwarové aplikace integrující s telefonní ústřednou. Například lze vytvořit operátorskou konzolu, která zobrazuje na počítači operátora informace o volajícím zákazníkovi na základě čísla volaného. Dále umožňuje komfortní ovládání hovorů „Click2dial“ transfer, vyzvednutí hovoru, ukončení hovoru.

Dalším velmi významným využitím CTI rozhraní může být využití softwaru pro sběr statistických informací hovoru, které se využívají především v „callcentrech“. V této části je možné vytvářet na základě vývojových platforem (Java, Netbeans, PHP a další) velmi sofistikované programy, které jsou většinou realizovány na základě konkrétních požadavků zákazníka, protože zde vstupuje významný faktor, kdy je možné se na základě CTI propojit například přímo do databáze CRM zákazníka. V případě Asterisku se CTI rozhraní jmenuje AMI (Asterisk Management Interface). K programování tohoto rozhraní existují knihovny v Javě nebo Netu. Knihovny mají název Asterisk Java

4.1.2 Koncová zařízení

Analogové telefonní přístroje

Tak jako u starších analogových pobočkových ústředěn je možné k softwarové ústředně připojit analogové telefonní přístroje. Nutností je však využít převodník SIP/analogový konvertor. Nejčastěji používaným převodníkem je Linksys PAP2T VoIP, SIP se dvěma porty. Tento převodník lze využívat i pro analogové faxy. Používá se při menším počtu analogových přípojek k VoIP ústředně. K tomuto převodníku je možné připojit maximálně dva analogové telefony/faxy, viz. obrázek č. 3.



Obrázek č. 3 SIP převodník na analogovou linku 2 porty

V případě, že bude požadavkem připojení většího počtu analogových poboček například z důvodů, že není zavedena po budově nová strukturovaná kabeláž, ale je zachována starší telefonní kabeláž, je možné využít i převodníku s větším počtem portů než je od společnosti Linksys. Jedná se o převodníky Tainet Venus série 2916 / 2924 / 2932, kde poslední dvě čísla udávají počet analogových portů. Analogové linky je možné mít rozmístěné až do vzdálenosti 3 km, navíc tento převodník zajišťuje velmi významnou funkci QoS.



Obrázek č.4 Tainet Venus 29116 SIP/analog 16portů

IP telefonní přístroje (SIP)

IP telefonní přístroje na protokolu SIP jsou již běžně a cenově velmi dostupné přístroje využívané právě pro komunikaci VoIP. Nabízejí velmi velké množství služeb, tak jako mobilní telefony, jako jsou například:

- zmeškané hovory
- poslední volaná čísla

- telefonní seznam
- identifikace volajícího
- hlasová schránka

V případě větší společnosti je možné využívat i jednotného telefonního seznamu, protože většina IP telefonů má už možnost napojení na LDAP, kde IT oddělení jednotlivých firem soustřeďuje maximální množství informací, jako jsou například telefonní čísla všech zaměstnanců společnosti. Komfort těchto telefonů se liší od výrobce.

Jedinou nevýhodou oproti analogovým telefonům je, že se musí zajistit napájení pro tyto telefonní přístroje. Existují dvě varianty:

- Napájení pomocí adaptéru, kde je nutné mít vždy u telefonního přístroje zajištěn přívod 230 V pro adaptér, který je připojen do telefonního přístroje. Většinou se jedná o zdroj 230 V AC na 5VDC.
- Napájení pomocí PoE. (Power over Ethernet). Tento způsob je velmi komfortní, protože ne vždy je u telefonních přístrojů zajištěn přívod 230 V pro napájení telefonní stanice. Přívod vlastního napájení je zajištěn právě přes Ethernet port telefonního přístroje. Začíná být již běžným trendem, že renomované i neznačkové firmy nabízejí tuto variantu přímo ve switchích, které jsou instalovány v serverových místnostech podniků.

Pro spojení se softwarovou telefonní ústřednou slouží na telefonu ethernet port, který je připojen do switche (datové zásuvky v místnosti), vzhledem k tomu, že většinou každý uživatel telefonního přístroje využívá i ke své pracovní činnosti počítače, jsou některé typy VoIP telefonů vybaveny druhým ethernet portem, který slouží právě pro připojení počítače do počítačové sítě, tím se ušetří port switche (datové zásuvky). Mezi nejznámější výrobce VoIP telefonů se řadí Cisco, Linksys, Well a další. Vlastní konfigurace hardwarových telefonů, jako je účet, heslo, registrace, typ použitého kodeku se provádí již zpravidla přes „html rozhraní“.

Softwarové telefony „softphones“

Další možností jak využít telefonování přes VoIP je, že si nainstalujeme do počítače programy softwarové „klienty“, tzv. „softphony“, které jsou využívány k IP telefonii a využívají mikrofону a reproduktoru jako sluchátko telefonního přístroje. Samozřejmě je možné využít též externích sluchátek, které budou zapojeny do audio výstupu počítače. Existuje řada softwarových telefonních programů, které toto podporují. Asterisk je založen na SIP protokolu, takže v případě, že softwarový program bude splňovat tento požadavek, je možné využít jakéhokoliv VoIP SIP telefonního programu. Jedním z nejčastěji používaných softphonů je software X-lite. Jedná se o kvalitní softwarový telefon pro internetové telefonování pomocí protokolu SIP. Nástroj může ve spojení s některým ze SIP operátorů sloužit jako plnohodnotná náhrada pevné linky a je plně kompatibilní s IP ústřednou Asterisk

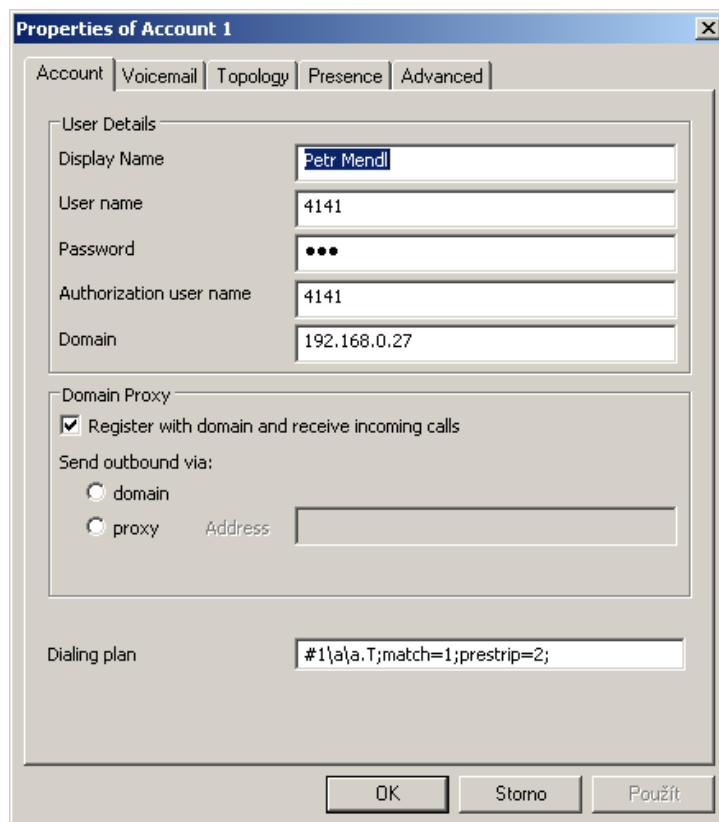
Jeho nastavení je velmi jednoduché. Základními parametry pro přihlášení do telefonní ústředny, tak, aby se z telefonu dalo volat a přijímat hovory jsou:

- **IP adresa telefonní ústředny**, někdy používané pod pojmem „**domain**“
- **Port**, na kterém se bude komunikovat (zpravidla to bývá port 5060)
- **Uživatelské jméno „user name“**, zpravidla to bývá číslo pobočky
- **Heslo „password“**

Po zadání těchto úvodních parametrů se telefon (softwarová aplikace) spojí s telefonní ústřednou a v případě, že na straně Asterisku jsou zadány správné parametry, které požaduje softphone „softwarový/hardwarový IP telefon, tak je telefon zaregistrován do telefonní ústředny a je možné uskutečňovat a přijímat telefonní hovory. Správná registrace telefonního přístroje „X-lite“ je patrná z následujícího obrázku.



Obrázek č. 5 Softphone X-lite



Obrázek č. 6 Nastavení X-lite

4.2 Praktická část

Pobočková ústředna Asterisk byla instalována v komerčním prostředí. Před vlastní implementací proběhlo několik projektových schůzek, kde byly stanoveny hlavní body pro vypracování analýzy, která po té sloužila, jako podklad pro vypracování základní konfigurace pobočkové ústředny. Zde byl zejména kladen důraz na funkcionality a možnosti nastavení ústředny:

- způsob pro připojení do PSTN
- implementace VoIP telefonních poboček - nastavení úvodních hlášek a v případě skončené pracovní doby aktivace telefonního záznamníku v IVR
- funkčnost callcentra (odभावování hovorů za účasti operátorek)
- zajištění nahrávání telefonních hovorů operátorů callcentra
- možnost náhledu do uskutečněných telefonních hovorů CDR vět
- v případě příchozích hovorů, napojení na informační systém (CRM) společnosti, kde jsou uloženy informace o zákazníkovi

4.2.1 Technické parametry Asterisku

Tato softwarová IP ústředna není nijak náročná na striktně požadované technické parametry hardwaru. Vzhledem k tomu, že jsou v současnosti běžné počítače vybaveny duálním procesorem, lze použít téměř jakýkoliv hardware podobných parametrů pro instalaci této ústředny. Základem pro instalaci softwarového balíčku Asterisk je operační systém Linux. V tomto případě byla zvolena k instalaci u zákazníka Fedora 13, která je otestovaná, jako stabilní verze kompatibilní se všemi ovladači Asterisku. Pro instalaci je však možné zvolit i jiné distribuce Linuxu jako je například Ubuntu nebo CentOS.

Jako hardware byl v komerčním prostředí navržen server Fujitsu Siemens RX150 s těmito technickými parametry:

- Procesor 2,5 GHz (dvoujádrový)
- RAM 4 GB
- HDD 2 x 250 GB (raidové pole s uspořádání RAID 1)
- 2 x PCI slot

Jedná se o rackové provedení serveru, který byl umístěn v serverovně zadavatele, kde má svá datová úložiště, včetně datových a telefonních rozvodů (centrum strukturované kabeláže).

Při výběru vhodného typu serveru musí být kladen požadavek na PCI (PCIe) slot z důvodu instalace BRI (PRI) karty, která může sloužit pro připojení ústředny do PSTN (veřejné telefonní ústředny). Vzhledem k tomu, že výrobců PRI, BRI karet pro Asterisk je více, je nutné znát přesné technické parametry této karty (serveru). Základním parametrem je napájení sběrnice PCI. Některé je 3,3 V, jiné provedení je 5,5 V a od toho musíme odvíjet vhodný výběr BRI, popřípadě PRI karty. V tomto případě byla zvolena 2-portová PRI karta od firmy Digium. Tato karta je navržena tak, aby byla plně kompatibilní s existujícími softwarovými produkty a je plně integrována s open source platformou Asterisk PBX/IVR.



Obrázek č. 7 BRI karta od fy Digium

4.2.2 Instalace

Prvním krokem je instalace operačního systému Linux. V našem případě byl zvolen CentOS. Po instalaci operačního systému je zapotřebí provést instalaci jednotlivých ovladačů, knihoven a RPM balíčků Asterisku. Při instalaci byl použit nejnovější dostupný build z verze 1.6.

Instalace je nutná v pořadí:

Instalace knihoven:

```
V adresáři LibPRI  
# ./make install
```

```
V adresáři Dahdi_linux  
# ./Make  
# ./Make install
```

```
V adresáři Dahdi_tools  
#./configure  
#./make menuselect  
#./make  
#./make install  
#./make config
```

```
V adresáři Asterisk  
#./configure  
#./make menuselect  
#./make  
#./make install  
#./make samples
```

Výše uvedené knihovny je zapotřebí zkompileovat přímo z console serveru, nebo pomocí SSH přes administrátorský přístup. Základním administrátorským uživatelem u CentOS je uživatel „root“.

4.2.3 Konfigurační soubory Asterisku

Po instalaci ústředny je zapotřebí provést úpravy v konfiguračních souborech, které jsou důležité pro správné fungování telefonní ústředny. Některé konfigurační soubory je možné ponechat v základním nastavení, které bylo vytvořeno po instalaci jednotlivých softwarových balíčků. Základní soubory pro konfiguraci jsou uloženy v adresáři „etc/asterisk/“.

- Asterisk.conf – zde jsou nastaveny cesty ke spouštěcím souborům, jako je například záznam hlasové schránky, hlasové příkazy apod.
- Extension.conf – dial plan telefonní ústředny, kdo, kam, jak může volat, nebo být volán
- Iax.conf – konfigurace IAX účtů (mezi ústřednami Asterisku)

- Sip.conf – pro konfiguraci jednotlivých SIP telefonů, které jsou připojeny k telefonní ústředně
- Voicemail.conf – pro konfiguraci hlasové schránky
- Chan_dahdi.conf – pro konfiguraci telefonních karet, jako je např. karta E1, BRI. Tento konfigurační soubor byl použit pro nastavení E1 karty, která byla připojena zákazníkovi do PSTN
- Queues.conf – pro konfiguraci jednotlivých front při využití možnosti “callcentra”
- Manager.conf – konfigurace účtů pro přístup do CTI rozhraní (AMI Asterisk management interface)

Nastavení poboček

V době realizace měl zákazník 76 zaměstnanců. Z tohoto důvodu byl zvolen třímístný číslovací plán, který umožní budoucí rozšíření bez složitějších úprav v konfiguraci. Při konfiguraci jsme se zaměřili na to, aby každé oddělení mělo vyhrazeno 100 poboček:

100 - 199 ekonomické oddělení

200 - 299 servisní oddělení

300 - 399 operátorky callcentra

400 – 499 management společnosti

Pro odchozí volání bylo nastaveno volání s prefixem „0“, ale z bezpečnostních důvodů bylo umožněno, aby byly volby „112, 150, 155, 158, 156“ možné použít přímo bez vytáčení prefixu, ale i s prefixem.

Jednotlivá nastavení telefonní pobočky, byla provedena v konfiguračním souboru „sip.conf“ s těmito základními parametry:

[333]

type = friend / pobočka umožňuje volat tak přijímat hovory

host = dynamic /IP telefon může být nastaven v režimu DHCP

username=333 /označení pobočky

secret = 123 /bezpečnostní heslo, které se nastavuje v IP telefonu
context = from-sip /příslušnost k omezujícím pravidlům volání
callgroup = 2 /příslušnost k skupině pro vyzvedávání hovorů
pickupgroup = 2 /nastavení skupiny, ze které mohou vyzvedávat hovory
qualify = yes / detekce registrace telefonu
disallow = all /nastavení nepovolených kodeků
allow = alaw /nastavení povolených kodeků
call-limit = 3 /počet souběžných hovorů na IP telefonu
callerid = Linhart V. <4142> /zobrazené jméno na IP telefonu
accountcode = servis /příslušnost do tarifikační skupiny, záznam do CDR věty

Zákazník byl informován, že další možností, jak využít telefonních poboček je rozšíření o Wifi router, díky němu je možné začlenit bezdrátové Wifi-SIP telefony. V poslední době se začínají využívat i běžné mobilní telefony s podporou softwarového IP telefonu, jako je operační systém Android nebo Symbian. Tyto typy telefonů začínají být běžným prostředkem pracovníků společnosti a mohou se tím ušetřit náklady na pořízení dalšího VoIP telefonu pro zaměstnance, navíc zaměstnanec je přítomen na telefonu nejen ve své kanceláři, ale kdekoli, kde je dostatečné pokrytí Wifi-routeru. Nevýhodou samozřejmě je, že pokrytí nemusí být po celé budově zajištěné. Zákazníkem byla tato volba uvítána, jako případná rozšiřující varianta v budoucnosti. Dle zadání byla provedena instalace IP telefonních přístrojů od společnosti Well.

Po zavedení konfigurace všech poboček v souboru „sip.conf“ a fyzické instalaci telefonů byla provedena kontrola, zda se podařilo všechny telefony zaregistrovat do telefonní ústředny pomocí příkazu „sip show peers“, viz. obr. č. 8.

```
GO-IPBX*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Nat ACL Port      Status
111/111            192.168.51.101     D   D   5062    5062    OK (137 ms)
112/112            192.168.51.105     D   D   5062    5062    OK (49 ms)
113/113            192.168.51.106     D   D   5062    5062    OK (93 ms)
114/114            192.168.51.103     D   D   5062    5062    OK (136 ms)
115/115            192.168.51.107     D   D   5062    5062    OK (54 ms)
116/116            192.168.51.108     D   D   5062    5062    OK (96 ms)
117/117            192.168.51.109     D   D   5062    5062    OK (136 ms)
118/118            192.168.51.110     D   D   5062    5062    OK (152 ms)
119/119            192.168.51.111     D   D   5062    5062    OK (50 ms)
120/120            192.168.51.112     D   D   5062    5062    OK (114 ms)
122/122            192.168.51.102     D   D   5062    5062    OK (48 ms)
123/123            192.168.51.113     D   D   5062    5062    OK (104 ms)
124/124            192.168.51.114     D   D   5062    5062    OK (94 ms)
125/125            192.168.51.115     D   D   5062    5062    OK (131 ms)
126/126            192.168.51.116     D   D   5062    5062    OK (106 ms)
127/127            192.168.51.117     D   D   5062    5062    OK (120 ms)
128/128            192.168.51.118     D   D   5062    5062    OK (110 ms)
129                <Unspecified>     D   D   5060    5060    UNKNOWN
130                <Unspecified>     D   D   5060    5060    UNKNOWN
131                <Unspecified>     D   D   5060    5060    UNKNOWN
132                <Unspecified>     D   D   5060    5060    UNKNOWN
133/133            192.168.51.120     D   D   5062    5062    OK (90 ms)
134/134            192.168.51.151     D   D   5061    5061    OK (18 ms)
135/135            192.168.51.142     D   D   5062    5062    OK (143 ms)
136                <Unspecified>     D   D   5060    5060    UNKNOWN
137/137            192.168.51.122     D   D   5062    5062    OK (100 ms)
138/138            192.168.51.123     D   D   5062    5062    OK (91 ms)
139/139            192.168.51.143     D   D   5062    5062    OK (81 ms)
```

Obrázek č. 8 Přehled registrovaných poboček v IP ústředně

Z obrázku je patrné, které pobočky se podařilo do telefonní ústředny zaregistrovat a které nikoliv. Například pobočka 113 je zaregistrována s IP adresou 192.168.51.106. Ve sloupci status je informace, zda je pobočka registrována, či nikoliv - „OK/UNKNOWN“. V případě, že pobočka se zaregistrovala, je zde možné vidět i časovou prodlevu (v našem případě 93ms). U poboček, které registrovány nebyly (129,130,131,132,136), byla provedena kontrola a zjištěno, že problém je ve strukturované kabeláži na straně zákazníka, kdy nebyly propatchovány zásuvky do switchu v serverovně. Po provedení úpravy byly pobočky již zcela funkční a zaregistrování se zdařilo. V případě, že pobočka není zaregistrovaná, tak i na telefonním přístroji se objeví hláška o nepřipojení (nezaregistrování) pobočky k PBX.

Natavení E1 rozhraní do PSTN

Zákazník měl zajištěnu E1 přípojku od poskytovatele přímo v serverovně. Zapojení do PBX byla provedena propojovacím kabelem zakončeným RJ45 konektorem. Dále byly nastaveny v souboru „chan_dahdi.conf“ parametry E1 trunku.

[channels]

language=cs / nastaveno dle poskytovatele

switchtype = euroisdn / nastaveno dle poskytovatele

usecallerid = yes /používání odchozí identifikace

threewaycalling = yes /možnost přesměrování trunk to trunk

transfer = yes /možnost přesměrování

canpark = yes /možnost nastavení stavu „hold“

echocancel = yes /potlačení echa pokud to hardware karty umožňuje

callerid = asreceived /transparentní přenos čísla volajícího

group = 1 /skupina příchozích linek

rxgain=0.0 /nastavení zisku příjmu

txgain=1.1 /nastavení zisku vysílání

context = from-pstn /příslušnost k pravidlům zpracování hovorů

overlapdial = yes /zapnutí funkce DTMF volby v IVR menu

signalling = pri_cpe /nastavení rozhraní network/terminal

channel => 1-15 /definice hovorových kanálů

channel => 17-29 /definice hovorových kanálů

Při nastavování příslušnosti k pravidlu zpracování hovorů bylo nutné dohodnout s poskytovatelem E1, v jakém formátu nám bude zasílat „caller ID“. Z praxe byl pro nás nejvhodnější devítimístný formát čísla volajícího (caller ID). Po té byla provedena zkouška, zda jednotlivé kanály E1 trunku jsou aktivní příkazem „*dahdi show channels*“.

Chan	Extension	Context	Language	MOH Interpret	Blocked	State
pseudo		default		default		In Service
1		from-pstn	cs	default		In Service
2		from-pstn	cs	default		In Service
3		from-pstn	cs	default		In Service
4		from-pstn	cs	default		In Service
5		from-pstn	cs	default		In Service
6		from-pstn	cs	default		In Service
7		from-pstn	cs	default		In Service
8		from-pstn	cs	default		In Service
9		from-pstn	cs	default		In Service
10		from-pstn	cs	default		In Service
11		from-pstn	cs	default		In Service
12		from-pstn	cs	default		In Service
13		from-pstn	cs	default		In Service
14		from-pstn	cs	default		In Service
15		from-pstn	cs	default		In Service
17		from-pstn	cs	default		In Service
18		from-pstn	cs	default		In Service
19		from-pstn	cs	default		In Service
20		from-pstn	cs	default		In Service
21		from-pstn	cs	default		In Service
22		from-pstn	cs	default		In Service
23		from-pstn	cs	default		In Service
24		from-pstn	cs	default		In Service
25		from-pstn	cs	default		In Service
26		from-pstn	cs	default		In Service
27		from-pstn	cs	default		In Service
28		from-pstn	cs	default		In Service
29		from-pstn	cs	default		In Service
30		from-pstn	cs	default		In Service

Obrázek č. 9 Kontrola jednotlivých kanálů E1 trunku

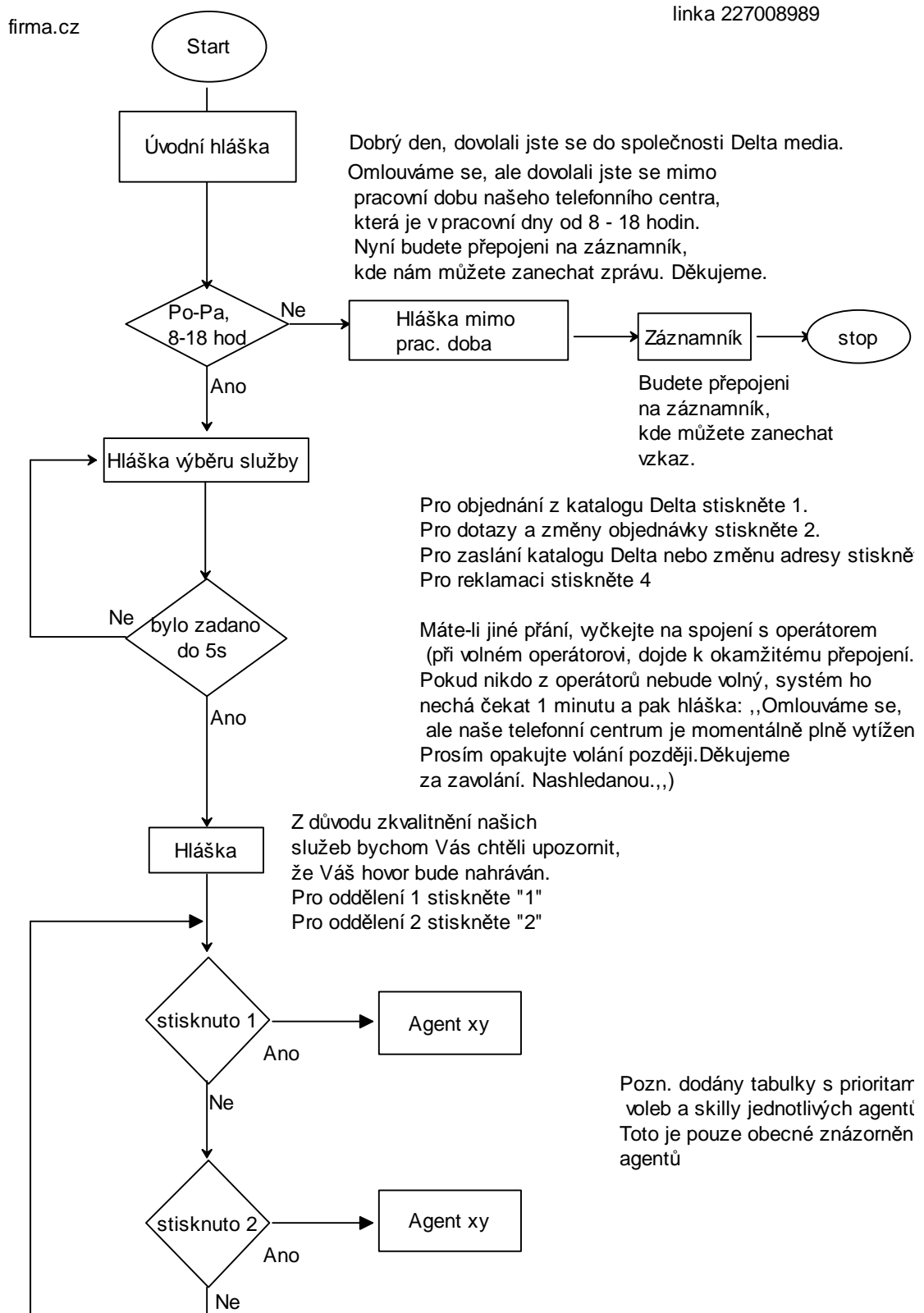
Nastavení IVR (hlasový automat)

Dle požadavku zákazníka byl zvolen vhodný scénář, jakým způsobem se bude hovor směřovat směrem k operátorce, která hovor přijme a bude odbavovat zákazníka. Zde byl kladen důraz na správnou metodiku nastavení PBX. Z následujícího diagramu (viz. obr. č. 10) je patrné, jakým způsobem bude hovor PBX procházet. Diagram může mít prakticky libovolné uspořádání. Byla dodržena myšlenka maximální jednoduchosti tak, aby menu porozuměl i volající s minimální znalostí. Jednotlivé hlásky se nejčastěji nahrávají v profesionálním studiu s hlasy známých dabérů. Nejvhodnějším formátem je nekomprimovaný WAV se vzorkovací rychlostí 8 kHz. Na jednotlivé soubory nahrávek se odkazuje v konfiguračním souboru „extension.conf“, kde je definováno uspořádání celého digramu. Syntaxe vypadá následovně:

```
exten => 123,n,Playback(uvodni_hlaska_cz)
```

nebo s čtením stisknuté číslice

```
exten => 123,n,Read(volba,uvodni_hlaska_cz, 1,,5)
```



Obrázek č. 10 Nastavení IVR směrování hovorů

Nahrávání telefonních hovorů

V případě, že hovory jsou směrovány na operátorky call centra, byl požadavek, aby veškeré hovory byly nahrávány. V případě, že hovory příchozí/odchozí jsou směrovány na běžné pracovníky, tak hovory nesmí být nahrávány. Tento požadavek byl vyřešen jednoduchou úpravou dial plánu v konfiguračním souboru telefonní ústředny „extension.conf“.

Základní příkaz pro nahrávání je:

```
MixMonitor(${CALLERID(num)}.wav)
```

V tomto případě se nahrávají veškeré hovory, které aktivují tento příkaz. Hovory se ukládají do standardního adresáře definovaného v souboru “asterisk.conf” v sekci [directories]. Nahrávky jsou ukládány ve formátu nekomprimovaného wav.

Pro omezení nahrávaných poboček byla vložena jednoduchá podmínka

:

```
ExecIf(${CALLERID(num)}=123 | ${CALLERID(num)}=456)?
```

Tato podmínka určuje, co se provede, nebo neprovede, pokud je volající pobočka 123 nebo 456. Příkaz, který se na základě této vyhodnocovací podmínky má provést, následuje před nebo za „?“ . Pro lepší přehlednost bylo nastaveno třídění nahrávek do adresářů s názvem volající pobočky.

```
MixMonitor(${EXTEN:1}\${CALLERID(num)}.wav)
```

Nastavení call centra

Callcentrum bylo složeno z pěti operátorů se stejnými dovednostmi „skills“. Z tohoto důvodu odbavovali hovory všichni přihlášení agenti současně bez rozlišení. Bylo zvoleno dynamické přihlašování, kdy se každý operátor může do fronty přihlásit/odhlásit

pomocí telefonního přístroje kódem zkrácené volby. V našem případě bylo zvoleno nastavení tohoto kódu pod programovatelné tlačítko na IP telefonu pro jednoduchost ovládání. Všechna potřebná nastavení pro konfiguraci callcentra byla provedena v konfiguračním souboru „queues.conf“.

[helpdesk]

musicclass = default /hudba na pozadí při čekání ve frontě

strategy = leastrecent /hovor přijde na agenta, který nejdéle neměl hovor

servicelevel = 20 /servis level

timeout = 25 /doba zvonění u operátora

retry = 5 /počet opakování vyzvánění

weight = 100 /váha

autopause = no /pokud operátor nevyzvedne hovor do timeout, tak dojde k jeho automatickému odhlášení

periodic-announce-frequency = 25 /periodicita opakování nastavené hlásky

periodic-announce = helpdesk.vsichni_hovori_cz /definování hlásek

ringinuse = no /operátor, který hovoří nemůže přijmout další hovor

periodic-announce-frequency=45

announce-position = limit ;yes no limit more

announce-position-limit = 6

announce-round-seconds = 10

queue-youarenext = queue-youarenext

queue-thereare = queue-thereare

queue-callswaiting = queue-callswaiting

queue-holdtime = queue-holdtime /definice hlásky

queue-minutes = queue-minutes /definice hlásky

queue-seconds = queue-seconds /definice hlásky

queue-thankyou = queue-thankyou /definice hlásky

Nastavení záznamu CDR vět

V základním nastavení se automaticky generují CDR věty se všemi potřebnými hodnotami, proto zbývalo pouze dokonfigurovat příslušnost jednotlivých poboček pod

jednotlivá oddělení ve firmě. Toto nastavení bylo provedeno při definování poboček v souboru „sip.conf“ pomocí parametru: *Accountcode = obchodní oddělení*.

Výchozí umístění souboru „master.csv“ s CDR větami je v adresáři /var/log/asterisk/cdr-csv. Při konfiguraci CDR vět bylo zjištěno, že struktura dat není zcela shodná s „csv“ (coma separated value) formátem známým z MS Excel. Tato data jsou záznamem o provozu v PBX (interní, externí, nevyzvednuté, přesměrované). CDR věty je možné též směřovat do „MySQL“ databáze. V tomto řešení tato možnost nebyla použita.

Napojení na CRM společnosti (databáze zákazníků)

Zákazníkem bylo požadováno, aby příchozí hovory od zákazníků, které jsou obsaženy v CRM databázi, byly přednostně směřovány na frontu, která má vyšší prioritu odbavování hovorů. Požadavek byl realizován pomocí „fastAGI skriptu“. FAGI script je skriptovací rozhraní, které slouží pro rozšíření dalších možností routování hovorů, kterých nelze dosáhnout pomocí standardních příkazů v „dial plánu“ (soubor extension.conf). FAGI je Java program, který je spouštěn ve „fastAGI sužbě“. Vstupním parametrem do tohoto skriptu jsou všechny dostupné informace o aktuálním hovoru. Na základě těchto informací byla vytvořena logika, která na základě dotazu do MS SQL databáze rozhodne o tom, zda bude hovor směřován na prioritní frontu VIP. Výsledkem skriptu byla proměnná s hodnotou, která udává, zda se jedná o VIP hovor či nikoliv. V dial plánu po skončení vykonání fast AGI skriptu byla tato proměnná použita pro rozhodnutí, zda bude hovor nasměrován na frontu VIP. Parametrizace tohoto požadavku byla provedena v konfiguračním souboru „extension.conf“ následovně:

```
[from-pstn]
```

```
exten => 254658968,n,AGI(agi://localhost/VIP_cz.agi)
```

```
exten => 254658968,n,ExecIf($[${call_vip}=true]?Queue(ueue_vip):queue(queue_normal))
```

Queue- aplikace, která zafrontuje hovor

Queue_vip – fronta s vyšší prioritou (váha)

Queue_normal – fronta pro odbavování standardních hovorů

VIP_cz.agi – skript, který provádí vyhodnocení volajícího

Kontrola kvality hlasové komunikace

Pomocí příkazu Asterisku byla provedena analýza. Příkaz nese hlasová data a ověřuje, zda v síti zákazníka nedochází ke zpoždění paketů, nebo k výpadkům SIP komunikace. Příkaz pro použitou analýzu je „*rtcp set stats on/off*“ . Výsledkem je následující záznam:

<u><i>RTP-stats</i></u>	
* <i>Our Receiver:</i>	
<i>SSRC:I></i>	<i>4133896669</i>
<i>Received packets:</i>	<i>4393</i>
<i>Lost packets:</i>	<i>0</i>
<i>Jitter:</i>	<i>0.0002</i>
<i>Transit:</i>	<i>0.0108</i>
<i>RR-count:</i>	<i>0</i>
* <i>Our Sender:</i>	
<i>SSRC:</i>	<i>1286517962</i>
<i>Sent packets:</i>	<i>4396</i>
<i>Lost packets:</i>	<i>0</i>
<i>Jitter:</i>	<i>0</i>
<i>SR-count:</i>	<i>17</i>
<i>RTT:LI></i>	<i>0.000000</i>

Statistika RTP Tabulka č. 1

5 Problematická místa IP telefonie

5.1 Hlasové vzorky

Velikost hlasového vzorku je proměnná, která může ovlivnit celkovou využitou šířku pásma. Hlasový vzorek je definován jako digitální výstup zapouzdřený do jednotky

PDU (Protocol Data Unit). Při konfiguraci propojení dvou pobočkových ústředěn, právě šířka pásma hraje významnou roli a je nutné předem spočítat, zda dostupná šířka pásma je pro zvolený kodek dostačující.

Kodek	Rychlost kodeku b/s	Velikost vzorku (bajty)
G.711	64 000	240
G.726	32 000	60
G.728	16 000	80
G.729	8 000	40
G723r63	6300	48

Velikost kodeků Tabulka č. 2 [6]

Dalším problematickým místem může být určitá režie (požadavek na zvýšení šířky pásma), týkající se zabezpečení tunelového připojení do VPN sítě společnosti. Při používání sítě VPN (Virtual Private Network) přidá protokol IPSec 50 až 57 bajtů režie. Další režie vzniká přenosem IP hlavičky paketu.

5.2 QoS

QoS (Quality of Service) je v informatice termín, který se používá pro rezervaci a řízení datových toků v telekomunikačních a počítačových sítích za pomoci přepínání paketů. Protokoly pro QoS se snaží zajistit vyhrazení a dělení dostupné přenosové kapacity, aby nedocházelo při přetížení sítě ke snížení kvality poskytovaných služeb.

Pomocí QoS je možné např. nastavit maximální nebo minimální přenosové pásmo pro určitá data, nebo prohlásit provoz za prioritní před ostatními, či rozdělit provoz do kategorií podle nastavených parametrů. QoS se tedy snaží poskytovat uživatelům služby s předem garantovanou kvalitou provozu, aby nedocházelo ke zpoždění, ztrátovosti, nebo nadbytečnosti šířky pásma.

Protože v lokálních sítích je provoz víceméně bezproblémový, zde data dokážeme rychleji zpracovat než přijímat. K řešení rozdělení kvality služeb se přistupuje především

až na „konci“ sítě (routery, switche), protože je zde přijímáno v jednom okamžiku více dat, než může uzel zpracovat.

Parametry QoS jsou veličiny, které ovlivňují výslednou kvalitu služby. Jsou závislé na cestě packetu.

- **Zpoždění** - z hlediska velikosti zpoždění jsou výhodné malé velikosti fragmentů. To, ale způsobuje větší zatížení sítě, protože se zmenší rozdíl mezi velikostí hlavičky a datami, které paket obsahuje.
- **Ztrátovost packetu** - datagramy, které jsou ztraceny a nemohou být obnoveny, vytvářejí v konverzaci mezery. Pokud je ztráta datagramů rozložena náhodně, nevede to k významnému zhoršení hlasové kvality.
- **Jitter** – zachycuje, v jak proměnných časech pakety přicházejí. Na eliminaci pozdě příchozích packetů se používá jitter buffer mezi síťovou vrstvou a VoIP aplikacemi, jež jsou na toto náročné. Buffer ovšem zvýší celkové zpoždění. [7]

5.3 Firewall

Dalším problematickým místem při instalaci VoIP ústředny je firewall. V případě, že ústředna není připojena VoIP trunkem do PSTN (veřejné telefonní ústředny) a je zapojena pouze v lokální LAN síti, tak volba kodeku, nebo nastavení QoS nehraje tak důležitou roli, protože v současnosti je běžným trendem, kdy LAN síť je dimenzována na 100 Mbps (dnes již běžně 1 Gbps), což je odzkoušené v běžné praxi, jako dostačující. Největší problém nastává v případě, kdy se ústředna připojí VoIP trunkem do PSTN. Zde má většina administrátorů nastavené různé restriktce směrem do internetu a v případě, že jsou blokovány porty standardně 5060 a další potřebné pro hlasovou komunikaci, tak hovor není možné uskutečnit. Proto je důležité informovat pracovníka IT dané společnosti o povolení průchodnosti těchto portů.

5.4 Topologie sítě

Důležité je mít rozloženy rovnoměrně v síti aktivní prvky zejména switche (přepínače), které při nastaveném parametru v „sip.conf“ (canreinvate=yes) výrazně

odlehčují zatížení páteřní sítě, kdy jsou lokální hovory spojeny přes lokální switche a nejsou zpracovávány síťovým rozhraním PBX. Parametr „canreinvate“ dovoluje přenášet hovorové RTP pakety přímo mezi koncovými zařízeními bez zpracování serverem PBX. Tato volba je funkční pouze v případě jednotného nastavení hovorového kodeku v celé síti (např. G.711).

5.5 Ekonomické výsledky

Hardware, který byl použit v rámci celé praktické části byl v poměru oproti použití komerčních ústředn téměř o dvojnásobek menší. Největší výhodou ústředny Asterisk je, že její softwarové služby, které nabízí, jsou zcela zdarma. Kdežto u komerčních ústředn se za tyto služby (licence) musí platit nemalé částky. Komerční ústředny většinou nabízí právě určitou cenu za 1 licenci SIP telefonu, který je možné připojit k telefonní ústředně nebo počtu vocií mailových schránek, které je možné připojit s telefonní pobočkou atd. V případě softwaru pro callcentrová řešení jsou částky znatelně vyšší. Pro porovnání je níže uvedeno orientační cenové srovnání telefonní ústředny Asterisk s jednotlivými základními položkami, které jsou nedílnou součástí pro implementaci navrhovaného řešení v komerčním prostředí.

ORIENTAČNÍ CENOVÉ SROVNÁNÍ		
Položka	komerční PBX	ASTERISK PBX
PBX	24 000,00 Kč	20 000,00 Kč
analog interface 16port	15 000,00 Kč	20 000,00 Kč
voice mail port 20users	10 000,00 Kč	free
callserver	6 000,00 Kč	free
SIP licence 50users	30 000,00 Kč	free
Phone SIP 25ks	50 000,00 Kč	30 000,00 Kč
Celkem	135 000,00 Kč	70 000,00 Kč

Cennové srovnání tabulka č. 3

6 Zhodnocení výsledků

Výše uvedený projekt byl realizován v rámci praktické části v období červen 2010. Během této doby se nevyskytla potřeba žádné rozsáhlejší změny konfiguračních souborů. PBX byla průběžně doplňována o další VoIP pobočky. Dle mého hodnocení IP PBX ve společnosti, kde byla instalována, přinesla pružný telefonní systém, kdy administrátoři telefonní ústředny mají možnost dynamicky měnit směrování hovorů, obsah hlášek v IVR. Další výhodou tohoto systému oproti konvenčním digitálním PBX je jednoduchost v přidání další pobočky. Při porovnání cen systémového telefonu a běžného IP SIP telefonu je ušetřeno 25 % nákladů běžného systémového telefonu. Dalším významným faktorem je, že tato telefonní ústředna nemá z hlediska výkonu ani licencí (jde o Open Source) žádná omezení, což je v porovnání s komerčními PBX významná úspora dlouhodobých výdajů. U renomovaných výrobců telefonních ústředn se platí, jak za vlastní hardware ústředny, tak za počet poboček, které mohou být začleněny do systému, popřípadě počet operátorů, kteří mohou být aktuálně přihlášení.

Nevýhodou v porovnání s komerčními ústřednami, je vlastní konfigurace ústředny. Je zde důležité znát jednotlivé příkazové řádky v konfiguračních souborech v Asterisku oproti komerčním ústřednám, kdy je vždy dodáván program pro konfiguraci PBX jako součást dodávky a konfigurace je prováděna mnohem pohodlněji.

Vlastní instalace byla provedena ve třech pracovních dnech.

- 1. den - příprava v laboratoři
- 2. den - instalace HW v komerčním prostředí
- 3. den - konfigurace software, včetně otestování stability systému a předání praktické části do užívání

Při konfiguraci IP telefonů se vyskytly 3 ks vadných přístrojů, které bylo zapotřebí vyreklamovat u dodavatele a jeden síťový prvek i po předchozím projektovém průzkumu nebyl PoE. Po jeho výměně za PoE byla zapojena i zbývající část firmy.

7 Závěr

Od devadesátých let dvacátého století, kdy se začal plně projevovat značný pokrok v oblasti telekomunikačních technologií, se změnil význam telefonní ústředny. Současná VoIP ústředna již neslouží k pouhému uskutečňování hovorů, ale je využívána informačními systémy k poskytování informativních dat jako jsou například CRM, callcentra nebo pracoviště Helpdesků různých typů státních či soukromých organizací.

V rámci teoretické části této práce byly popsány nejpoužívanější kodeky a protokoly, které se v klasické VoIP telefonii využívají a jsou již běžným standardem. Tato část byla zaměřena i na možnosti využití různých typů připojení k ústředně, včetně základního popisu nejčastěji používaných koncových zařízení. Výhodu vybraného řešení VoIP ústředny je i fakt, že umožňuje připojit starší analogové telefonní přístroje, které se stále ještě používají. V práci byly popsány a vysvětleny základní funkce a nastavení, které tato ústředna může využívat.

Praktickým výstupem této práce je ukázka způsobu instalace tohoto druhu telekomunikačního systému v komerčním prostředí a demonstrace ekonomické výhodnosti oproti komerční PBX. Zejména pak při rozšiřování poskytovaných služeb bez nutnosti vedlejších nákladů na licence za přidané služby nebo nákladů na hardware při porovnání s klasickou digitální PBX. V rámci praktické části bylo ověřeno, že projekty IP telefonie se všemi zmíněnými výhodami i nevýhodami přinášejí firmám, které tento typ ústředny nabízejí, komerční zisk. Tato řešení se nejčastěji aplikují v malých a středních firmách, zejména se zaměřením na menší callcentra. Velké firmy nemají o toto „levné“ řešení zájem a preferují značkové mnohamilionové projekty od výrobců jako je například Avaya, Alcatel nebo Genesys pro callcentrová řešení.

8 Seznam použitých zdrojů

- [1] Protokol IP. [Online] <http://pc-site.owebu.cz/?page=PIP>
- [2] Protokol UDP (User Datagram Protocol). [Online] Microsoft, 2011
<http://technet.microsoft.com/cs-cz/library/cc785220%28WS.10%29.aspx>
- [3] *Voice over IP*. [Online] [Citace: 20. 02. 2011]
<http://artax.karlin.mff.cuni.cz/~brain/voip.html#rtp>
- [4] **Mikulec, Bc. Martin.** *VoIP, IAX protokol, 2.díl*. [Online] 15. 09. 2009
<http://owebu.blogger.cz/PC-site/VoIP-IAX-protokol-2-dil>
- [5] *G.711 pulse code modulation*. [Online] 2009 <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711.0-200909-I/en>
- [6] **Kevin, Wallace.** *Cisco VoIP Autorizovaný průvodce*. Brno : Computer Press, 2009. ISBN 978-8080251-2228-0.
- [7] ITU-T Recommendations G.729. *ITU-T*. [Online] ITU-T [Citace: 12. 02. 2011]
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.729-200701-I/en>
- [8] **Meggelen, J.V., Smith, J., Madsen, L.** *Asterisk The Future of Telephony*. místo neznámé : O'Reilly Media, Inc., 2005. ISBN 0-59600962-3.
- [9] **Wallace, Zdenek.** *VoIP bez předchozích znalostí*. Brno : Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1458-2.
- [10] **Bazala, David.** *Telekomunikace a VoIP telefonie*. Praha : Technická literatura BEN, 2006. ISBN 80-7300-201-
- [11] **Johnson, Tyler.** A Framework of Requirements, Threat Models, and Services for Security of Videoconferencing over Internet2. [Online] 02 2002
<http://middleware.internet2.edu/video/draftdocs/draft-chatterjee-johnson-vc-security-01.html>
- [12] **Bryant, Russel.** The asterisk.conf file - Asterisk Project - Asterisk Project. [Online] 30. 08. 2010 <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/The+asterisk.conf+file>
- [13] **Valoušek, Ondřej.** Asterisk: VoIP ústředna - 1 (plánování). [Online] 11. 08. 2006
<http://www.abclinuxu.cz/clanky/site/asterisk-voip-ustredna-1-planovani>
14. **Malcolm, Daveport.** CallQues. *Asterisk*. [Online] 28. 08. 2010
<https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Call+Queues>
15. **Vozňák, M.** *Voice ver IP*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2008. 978-80-248-1828-3

9 Přílohy

9.1 Zkratky a vysvětlivky

VoIP	Voice over IP, hlas přes inetent protokol
UDP	User Datagram protokol, protokol internetu, který nevrací informaci, že paket úspěšně došel
PSTN	Public Switch Telephone Network, veřejná telefonní síť
SIP	Session Initiation Protokol, typ protokolu v IP telefonii
E1	2Mb(2048 kbit/s) užívaný v telekomunikacích, lze současně přenášet 30 telefonních hovorů současně
PBX	Private Branch Exchange , privátní telefonní ústředna
IVR	Interaktivní hlasový systém
CRM	Customer Relationship Management , systém pro řízení vztahů se zákazníky
RTP	Real Time Protokol , protokol standardizující paketové doručování zvukových a obrazových (video) dat po internetu
BRI	Basic Rate Interface, je účastnická přípojka na kterou lze připojit více koncových zařízení