

**UNIVERZITA PARDUBICE
ÚSTAV ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

HLASOVÉ SLUŽBY NA IP SÍTÍCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**AUTOR PRÁCE: Ladislav Klajl
VEDOUČÍ PRÁCE: Ing. Martin Dobrovolný**

2007

**UNIVERSITY OF PARDUBICE
INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERING
AND INFORMATICS**

**VOICE SERVICES ON IP NETWORKS
BACHELOR WORK**

**AUTHOR: Ladislav Klajl
SUPERVISOR: Ing. Martin Dobrovolný**

2007

Zadani

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 27. 05. 2007

Ladislav Klajl

Poděkování:

Rád bych touto formou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Martinu Dobrovolnému za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl v průběhu práce.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou hlasových služeb na IP sítích. Charakterizuje současnou situaci v této oblasti. Důraz je kladen na nejpoužívanější standardy pro IP telefonii. Zaměřuje se i na základní prvky hardwaru. Pro aplikaci poznatků bude sestaveno modelové pracoviště IP telefonie. Závěrem je navrženo možné propojení komerčního řešení s open source produkty.

Obsah

1	Úvod	13
1.1	Cíl práce	13
2	Základní informace	14
2.1	Voice over Internet Protocol a IP telefonie	14
2.2	Princip funkce VoIP	14
2.3	Typy spojení v prostředí využívajícím IP telefonie	14
2.3.1	Překlenutí veřejné telefonní sítě	15
2.3.2	Kompletní IP telefonie	15
3	Hardwarové prostředky využívané v IP telefonii	16
3.1	IP telefony	16
3.1.1	Hardwarové telefony	16
3.1.2	Softwarové telefony	17
3.1.3	Bezdrátové telefony	17
3.2	Brány	18
3.3	Servery	18
4	Hlasové kodeky	20
5	Protokoly	21
5.1	Rodina protokolů H.323	21
5.1.1	Architektura sítě na standardu H.323	21
5.2	Protokol SIP	24
5.2.1	Architektura sítě SIP	24
5.2.2	Komunikace v SIP	25
5.2.3	Příklad relace v SIP	26
5.3	Porovnání H.323 a SIP	27
5.4	Protokol MGCP	28
5.5	Protokol IAX/IAX2	28
6	Kvalita služeb	29
6.1	Model integrované služby	29
6.1.1	Protokol rezervace prostředků	30
6.2	Model diferencované služby	30
7	Modelové pracoviště pro simulaci sítě s VoIP technologií	32
7.1	Popis modelového pracoviště	32
7.1.1	Telefon Cisco CP-7905G	32
7.1.2	CallManager Express	33
8	Konfigurace komponent pracoviště	34
8.1	Základní konfigurace počítače a směrovače	34
8.1.1	Konfigurace rozhraní	35
8.1.2	Spuštění HTTP a DHCP serveru	36
8.2	Spuštění telefonních služeb	36
8.3	Připojení IP telefonů	37
8.4	Základní nastavení telefonů	38
8.4.1	Nastavení prvního telefonu	38

8.4.2	Nastavení druhého telefonu	38
8.5	Konfigurace webové rozhraní.....	39
8.5.1	Konfigurace webové rozhraní pro správce telefonních služeb	39
8.5.2	Konfigurace webové rozhraní pro uživatele koncových zařízení.....	40
8.5.3	Přihlášení do webového rozhraní.....	40
8.5.4	Webové rozhraní správce telefonních služeb	40
8.5.5	Webové rozhraní uživatele telefonu	44
9	Návrh propojení komerčního řešení s open source	46
9.1	Brána.....	46
9.2	Asterisk.....	46
9.2.1	Instalace Asterisku.....	47
9.2.2	Základní konfigurace serveru Asterisk	49
9.3	Softwarový IP telefon	50
9.3.1	Nastavení Linphone	51
10	Závěr	54

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Princip funkce VoIP	14
Obrázek 2 – Překlenutí klasické telefonní sítě	15
Obrázek 3 – Kompletní IP telefonie	15
Obrázek 4 – IP telefon Cisco 7905G	16
Obrázek 5 – Bezdrátový telefon Cisco 7920	17
Obrázek 6 – Využití brány	18
Obrázek 7 – Využití serveru pro IP telefonii.....	19
Obrázek 8 – Protokoly ve standardu H.323	21
Obrázek 9 – Architektura sítě na standardu H.323.....	23
Obrázek 10 – Architektura sítě na standardu SIP	24
Obrázek 11 – Příklad relace v SIP	27
Obrázek 12 – Model diferencovaných služeb	31
Obrázek 13 – Modelové pracoviště	32
Obrázek 14 - Režimy IOS	34
Obrázek 15 – Režimy směšovače	35
Obrázek 16 – Spojení konfiguračního počítače a směrovače	36
Obrázek 17 – Sestavené modelové pracoviště.....	37
Obrázek 18 – Změněné nastavení IP telefonů	39
Obrázek 19 – Přihlašovací okno	40
Obrázek 20 – Webové rozhraní správce telefonních služeb.....	41
Obrázek 21 – Koncová zařízení a jejich nastavení.....	41
Obrázek 22 – Zaregistrovaná koncová zařízení.....	42
Obrázek 23 – Konfigurace telefonních služeb přes webové rozhraní	42
Obrázek 24 – Změna formátu času	43
Obrázek 25 – Historie provedených volání	43
Obrázek 26 – Webové rozhraní uživatele koncového zařízení	44
Obrázek 27 – Adresář telefonního seznamu	44
Obrázek 28 – Využití brány v podobě Asterisk.....	46
Obrázek 29 – Modelové praviště propojené s open source	48
Obrázek 30 – Webové rozhraní Asterisk.....	49
Obrázek 31 – Vytvoření nového uživatele	50
Obrázek 32 – Připojení softwarového telefonu	51

Obrázek 33 – Program Linphone.....	51
Obrázek 34 – Nastavení Linphone	52
Obrázek 35 – Výsledný návrh sítě.....	52

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Kodeky v hlasových službách	20
Tabulka 2 – Srovnání standardů H.323 a SIP	27

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
CD	Compact Disc
CDP	Cisco Discovery Protocol
COS	Class of Service
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
GNU	General Public License
GUI	Graphical User Interface
HTTP	HyperText Transport Protocol
IAX	Inter Asterisk eXchange
IOS	Internetwork Operating System
JTS	Jednotná Telefonní Síť
IP	Internet Protocol
MAC	Media Access Control
MC	Multipoint Controller
MGCP	Multimedia Gateway Control Protocol
MP	Multipoint Processor
NAT	Network Address Translation
PBX	Private Branch Exchange
PCM	Pulzně kódová modulace
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RSVP	Resource Reservation Setup Protocol
SCCP	Skinny Client Control Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Universal Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
VOIP	Voic Over IP

1 Úvod

Jedním z nosných témat moderních komunikačních technologií současnosti je internetová telefonie, která umožňuje uskutečňovat hovory po celé síti Internet. Z obecnějšího pohledu se uplatňuje IP telefonie. Pomocí IP telefonie lze realizovat hlasové služby přes datové sítě podporující protokol IP¹, například mezi pobočkami firmy.

Lze předpokládat, že v budoucnu dojde ke spojení infrastruktury počítačů a spojů. Již dnes je zřejmé, že lidé mají potřebu využívat jednu infrastrukturu k uspokojení potřeb komunikace. Očekává se, že tato infrastruktura bude rychlá a jednoduchá. Inteligenci služeb by měla převzít koncová zařízení.

1.1 Cíl práce

Tato bakalářská práce si klade za cíl vysvětlit pojmy pro IP telefonii, popsat využívaný hardware pro tuto technologii a nejčastěji využívané standardy. Pro aplikaci poznatků bude vytvořeno modelové pracoviště využívající řešení firmy Cisco s návrhem propojení komerčního řešení s open source² produkty.

Modelové pracoviště bude sestaveno ze dvou koncových bodů v podobě hardwarových telefonů a ústředny představující směrovač s funkcí přenosu hlasu.

¹ IP – Internet Protocol

² Open source – Software s otevřeným zdrojovým kódem

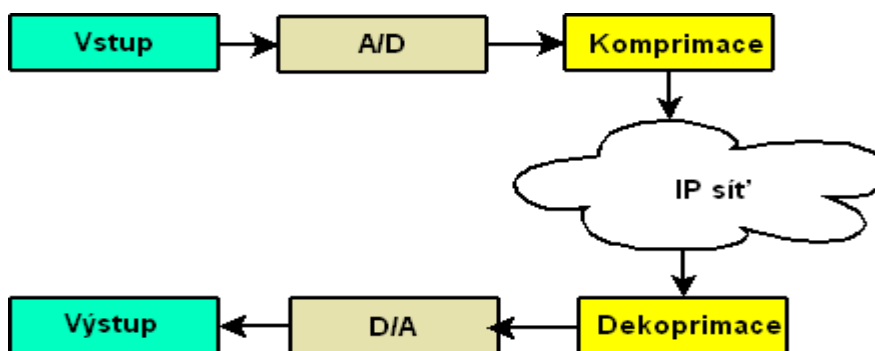
2 Základní informace

2.1 Voice over Internet Protocol a IP telefonie

Technologie VoIP³ slouží k přenosu hlasových dat po datových sítích. IP telefonie je praktická aplikace VoIP. Jestliže mluvíme o IP telefonii, chápeme tím obecnější pojem než je telefonie internetová, protože telefonie internetová je zvláštní typ IP telefonie. To neplatí naopak. IP telefonii lze použít i mimo Internet. Zjednodušeně lze říci, že IP telefonii lze použít všude tam, kde lze provozovat IP protokol. Hlas je v podobě dat uložených v paketech, které jsou přenášeny protokolem IP.

2.2 Princip funkce VoIP

Základní princip technologie VoIP je na obrázku 1. Zvuk zachytávaný mikrofonem se pomocí A/D převodníku digitalizuje. Digitalizovaná data se komprimují a jsou posílána přes datovou síť. Na straně příjemce se data zpětně dekomprimují, jsou převedena D/A převodníkem opět na analogový signál, který je reprodukován reproduktorem.



Obrázek 1 – Princip funkce VoIP

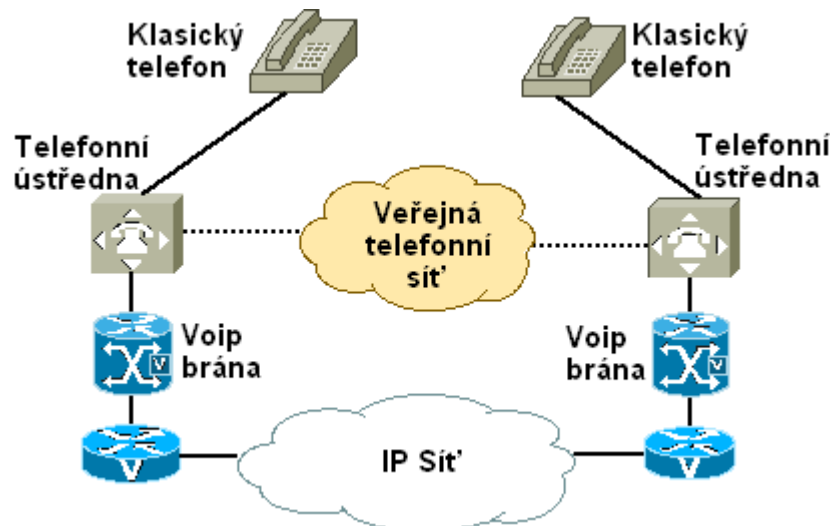
2.3 Typy spojení v prostředí využívajícím IP telefonie

U IP telefonie rozlišujeme několik typů spojení hovoru. Mezi hlavní typy spojení patří *překlenutí veřejné telefonní sítě* a *kompletní IP telefonie* [1].

³ VoIP – Voice over Internet Protocol

2.3.1 Překlenutí veřejné telefonní sítě

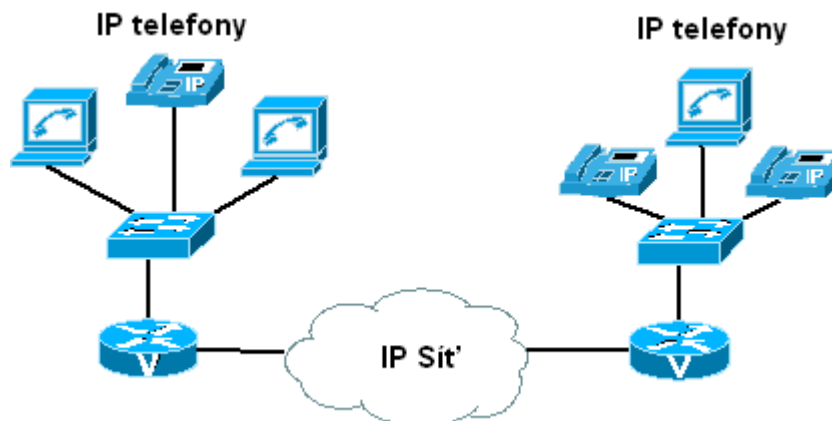
Překlenutí veřejné telefonní sítě je zajištěno pomocí vhodných hlasových bran (kap. 3.2). Hlasové brány převádějí signál z klasické telefonní ústředny do podoby protokolu IP. Hovor je dále přenášen pomocí paketů po datové síti. Hlasovou bránou se opět IP pakety převádějí na signál pro klasické telefonní ústředny, které přepojí hovor do koncového bodu. Překlenutí veřejné telefonní sítě je na obrázku 2.



Obrázek 2 – Překlenutí klasické telefonní sítě

2.3.2 Kompletní IP telefonie

Kompletní IP telefonie nevyužívá infrastrukturu klasické veřejné telefonní sítě. Přenos hovoru je uskutečňován výhradně pomocí směrovaných paketů přes datové síť. Využití kompletní IP telefonie ilustruje obrázek 3.



Obrázek 3 – Kompletní IP telefonie

3 Hardwarové prostředky využívané v IP telefonii

V oblasti přenosu hlasu pomocí síťových technologií patří mezi hlavní hardwarové prostředky koncová zařízení, brány a servery.

Koncovými body mohou být digitální IP telefony se síťovou konektivitou, případně programová řešení na koncových počítačích.

3.1 IP telefony

Telefonní přístroje určené pro přenos hlasového signálu prostřednictvím počítačových sítí dělíme do několika základních skupin [2]:

- Hardwarové telefony.
- Softwarové telefony.
- Bezdrátové telefony.

3.1.1 Hardwarové telefony

Hardwarové telefony mají vzhled klasického telefonu a dají se přímo připojit k IP síti. Tyto hardwarové telefony můžeme považovat za samostatné počítače pracující s IP adresou. Ta může mít být statická (pevně přidělená) nebo přidělována dynamicky pomocí služby DHCP⁴ serveru. Většinou jsou tyto telefony vybaveny pouze standardy pro VoIP technologii.

Na obrázku 4 je typický hardwarový telefon Cisco 7905G, který je využit k sestavení modelového pracoviště.



Obrázek 4 – IP telefon Cisco 7905G [3]

⁴ DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

3.1.2 Softwarové telefony

Nejjednodušším způsobem lze vytvořit softwarový telefon tak, že ke klasickému stolnímu počítači připojíme reproduktor s mikrofonom. K tomu je třeba mít také odpovídající klientský software, který podporuje IP telefonii. Efektivnější řešení je připojit například do USB⁵ portu speciální telefon.

Softwarové telefony se dále dělí na telefony proprietární, které jsou určeny jen pro konkrétní službu, a telefony univerzální.

3.1.3 Bezdrátové telefony

Běžné IP telefony vyžadují připojení k IP síti kabelem. Dnes již není tato podmínka zcela nutná. V době bezdrátových sítí existují IP telefony, které se připojují k síti bezdrátově. Tyto telefony nabízejí současně velkou mobilitu.

Příkladem bezdrátového telefonu je telefon Cisco 7920, který je na obrázku 5.



Obrázek 5 – Bezdrátový telefon Cisco 7920 [4]

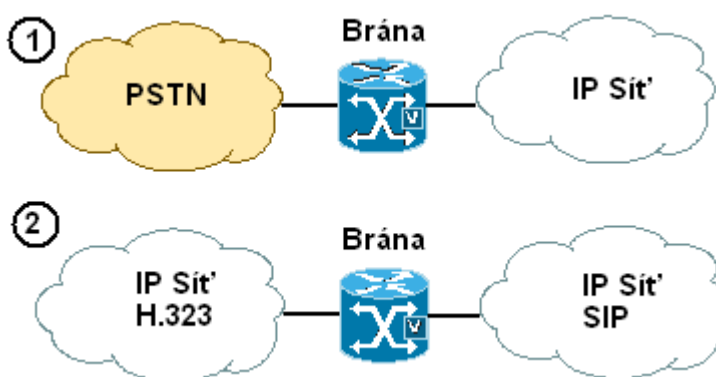
V budoucnu lze předpokládat, že se pomocí těchto telefonů bude možné připojit v dosahu veřejného *hotspotu*.

⁵ USB – Universal Serial Bus

Při budování komplexních sítí IP telefonie jsou velmi důležité další části síťové infrastruktury. Jsou to zejména *brány*, tvořící rozhraní mezi různými typy přenosových sítí, a také *servery*.

3.2 Brány

Brány tvoří rozhraní mezi sítěmi, které využívají k přenosu hlasu jiné technologie nebo různé standardy. Brána zajišťuje nejen převod hlasové informace, ale také signalizaci mezi standardy využívanými v IP telefonii.



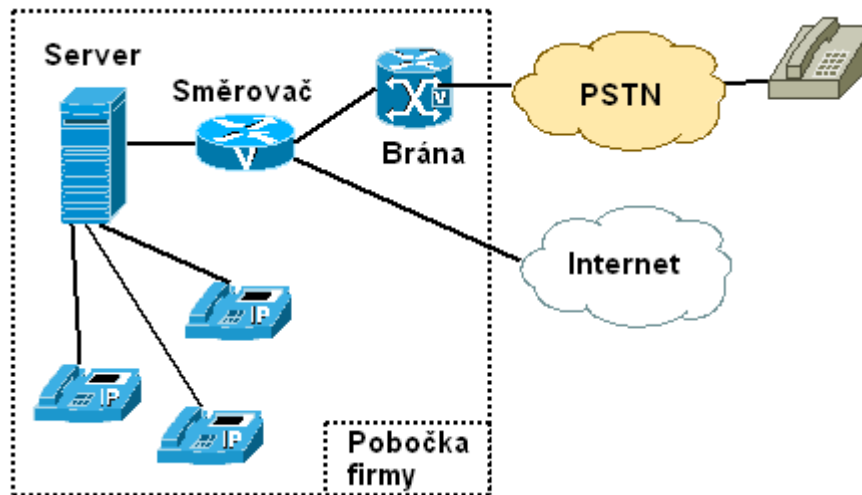
Obrázek 6 – Využití brány

V prvním případě ilustruje obrázek 6 použití brány mezi veřejnou telefonní sítí PSTN⁶ a IP sítí. V druhém případě je brána využita mezi IP sítěmi pracujícími na standardu H.323 (viz kap. 5.1) a standardu SIP (viz kap. 5.2).

3.3 Servery

Při běžném telefonním hovoru přes IP sítě se jeden koncový bod spojuje s druhým koncovým bodem. U hovoru musí být řízeno například jeho samotné spojení, směrování a účtování spojené s tímto hovorem. Tyto funkce řídí právě servery pro IP telefonii. Dále servery nabízejí funkce jako je hlasová pošta nebo číselný plán.

⁶ PSTN - Public Switched Telephone Network, označována také jako JTS (Jednotná telefonní síť)



Obrázek 7 – Využití serveru pro IP telefonii

Na obrázku 7 je využití serveru IP telefonie pro malou firmu. Na server IP telefonie jsou připojena tři koncová zařízení v podobě hardwarových IP telefonů. Přes směrovač (v obr. 7 označen V), s podporou přenosu hlasu, je firma spojena se sítí Internet a hlasovou bránou do klasické telefonní sítě. Toto řešení umožňuje firmě minimalizovat počet spojení do PSTN sítě.

4 Hlasové kodeky

Podle doporučení Mezinárodní telekomunikační unie ITU⁷ jsou pro přenos hlasových služeb používané kodeky řady G. Kodek je obsažen v koncovém zařízení nebo bráně. Provádí digitalizaci, kompresi a paketizaci signálu. Použití konkrétního typu kodeku nepřímou souvisí s kvalitou služeb (QoS⁸), viz kap. 6.

Jednotlivé kodeky se liší ve svých parametrech, například v kvalitě komprese, velikosti jednotlivých paketů a nutném datovém toku pro přenos. V hlasové komunikaci se zpravidla využívají kodeky s velkým kompresním poměrem. Čím větší použijeme kompresi, tím dosáhneme menších nároků na datové spojení. Přehled základních kodeků pro IP telefonii, použitý algoritmus a jejich nutnou šířku pásma, zachycuje tabulka 1.

Tabulka 1 – Kodeky v hlasových službách [5]

Kodek	Algoritmus	Bit.rychlost [kb/s]	MOS
G.711	PCM	64	4,1
G.726	ADPCM	32	3,8
G.728	LD-CELP	16	3,61
G.729	CS-ACELP	8	3,92
G.723.1	ACELP	5,3	3,65

Kvalita přenášeného hlasu pomocí kodeků je stanovována poslechovými metodami. Poslechové metody jsou jednou skupinou z metod subjektivního ohodnocení kvality. Využívanou poslechovou metodou je *škála poslechové kvality*, jejímž výsledkem je hodnota MOS⁹. Hodnota MOS nabývá hodnot od jedné do pěti. Hodnotě pět je přiřazena nejvyšší kvalita přeneseného hlasu.

Jelikož přenášet ticho by bylo zbytečné a zatěžovala by se tak síť, mají kodeky funkci *Silence Suppression*¹⁰, kdy při tichu nejsou posílána data.

⁷ ITU – International Telecommunications Union

⁸ QoS – Quality of Service

⁹ MOS – Mean Opinion Score

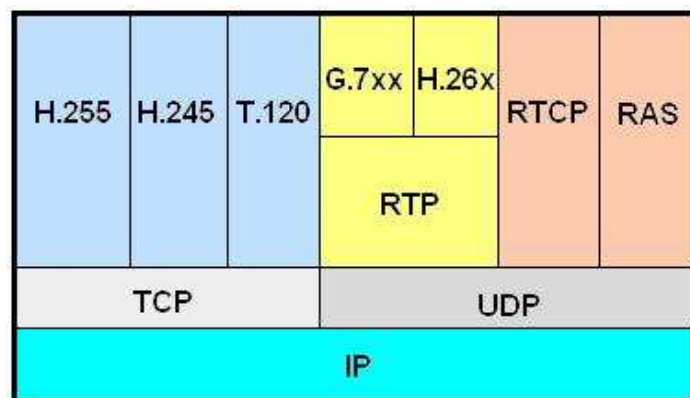
¹⁰ Silence Suppression – Detekce a potlačení ticha

5 Protokoly

Protokol je soubor pravidel umožňující výměnu informace mezi dvěma zařízeními. V IP telefonii jsou nejpoužívanějšími signalizačními standardy H.323 a SIP. Dalšími rozšířenými protokoly jsou MGCP a IAX.

5.1 Rodina protokolů H.323

První verze standardu H.323 vznikla s podporou Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) v roce 1996. Je to soubor protokolů pro přenos multimediálních dat po datových sítích. V tomto standardu je popsán přenos hlasu, který je povinný, ale obsahuje i nepovinné části jako je přenos obrazu. Hlavní protokoly zahrnuté ve standardu H.323 ilustruje obrázek 8.



Obrázek 8 – Protokoly ve standardu H.323

5.1.1 Architektura sítě na standardu H.323

Architekturu sítě H.323 tvoří 4 základní prvky [1]:

- Terminal (Terminál).
- Gateway (Brána).
- Gatekeeper (Správce).
- Multipoint Control Unit (Vícestranná řídicí jednotka)

Terminal

Terminálem označujeme koncová zařízení, která komunikují obousměrně v reálném čase. Podle tohoto standardu musí terminály umožňovat hlasovou komunikaci a podporovat:

- Protokol H.245 – pro řízení spojení.
- Protokol H.255 – pro signalizaci volání.
- Protokol H.255 RAS¹¹ – pro komunikaci s *gatekeeperem*.
- Protokol RTP¹² – pro zpracování paketů ve správném pořadí.
- Kodek G.711.

Gateway

Gateway (brána) plní funkci propojování sítě založené na standardu H323 se sítí jiného typu. Je volitelnou součástí. Pokud není vyžadováno propojení se sítí jiného typu, brána se nevyužívá.

Gatekeeper

Gatekeeper (správce) je volitelnou, ale důležitou komponentou v síti standardu H.323. Terminály mohou navázat spojení mezi sebou. Jakmile se gatekeeper v síti nachází, musí všechny terminály využívat jeho funkcí. Mezi základní funkce patří:

- Překlad adres podle E.164¹³.
- Řízení přístupu (Admission control).
- Řízení spravované zóny.

Gatekeeper může také nabízet rozšířené funkce:

- Řízení signalizace hovoru.
- Autorizace hovoru – možnost odmítnutí hovoru.
- Řízení pásma (Bandwidth control)

¹¹ RAS – Registration, Admission and Status

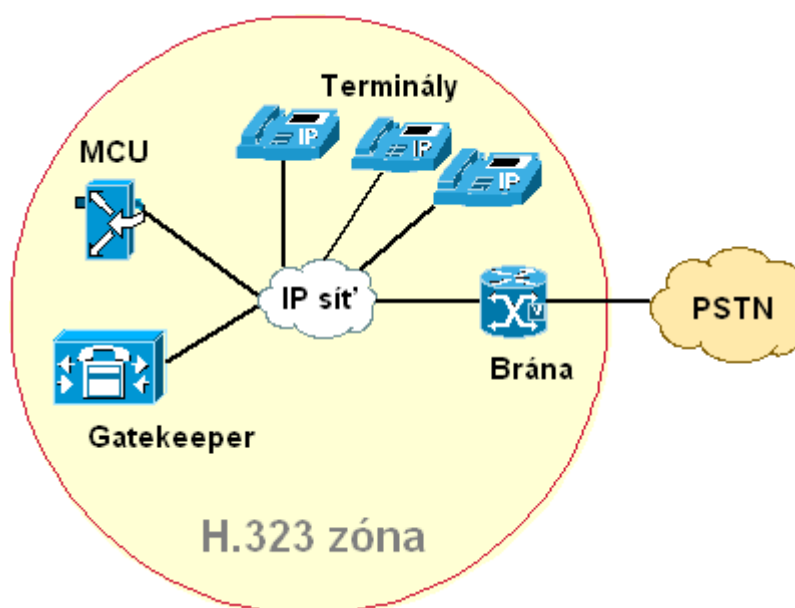
¹² RTP – Real-time Transport Protocol

¹³ E.164 – Standardní telefonní číslo

Multipoint Control Unit

Vícestranná řídicí jednotka (MCU¹⁴) řídí konferenční hovory mezi třemi a více uživateli (terminály). MCU obsahuje povinně vícestranný řadič MC¹⁵ k řízení způsobu komunikace a nepovinně vícestranný procesor MP¹⁶ pro zpracování přenášených dat.

Síť podle standardu H.323 může mít libovolný počet terminálů, bran a MCU, ale naopak pouze jeden gatekeeper. Taková kompozice se nazývá *H.323 zóna*, která je zobrazena na obrázku 9.



Obrázek 9 – Architektura sítě na standardu H.323

Standard H.323 od svého vzniku prošel vývojem a v současné době je v šesté verzi. Nové verze přinesly postupné inovace, mezi které patří například podpora kvality služeb QoS (viz kap. 6) a využití protokolu UDP¹⁷ k navazování spojení (standardně je využíván protokol TCP¹⁸).

¹⁴ MCU – Multipoint Control Unit

¹⁵ MC – Multipoint Controller

¹⁶ MP – Multipoint Processor

¹⁷ UDP – User Datagram Protocol

¹⁸ TCP – Transmission Control Protocol

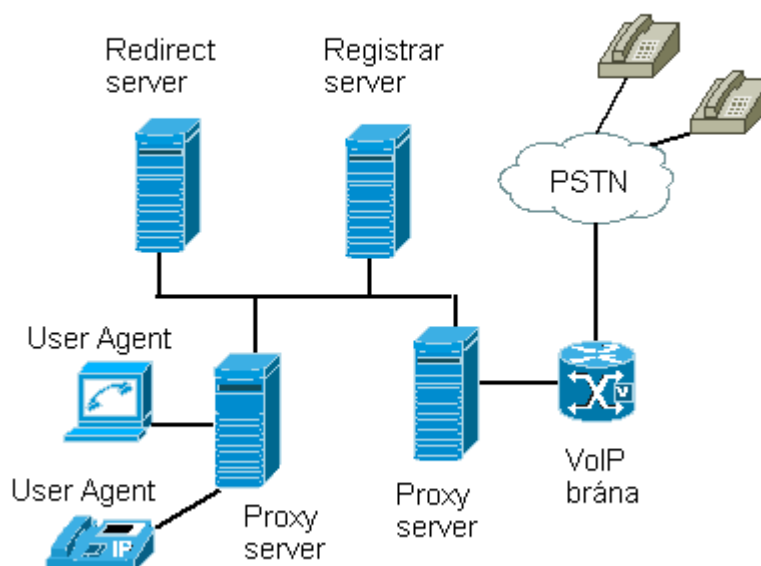
5.2 Protokol SIP

*Session Initiation Protocol*¹⁹ vznikl u IETF²⁰ [6], která se zabývá protokoly používanými v Internetu. Dokumenty k protokolu jsou volně dostupné. První verze protokolu byla popsána v dokumentu RFC 2543, aktuální druhá verze protokolu je popsána v dokumentu RFC 3261. SIP je specifikován jako signalizační protokol pro zahájení, změnu a ukončení spojení. K samotnému přenosu dat využívá jiné, již existující standardy.

SIP byl navržen jako textový protokol, strukturou podobný protokolu *HTTP* [6]. Textová podoba protokolu je navržena zejména z důvodu snadného rozšíření. SIP je založen na architektuře klient-server, kde komunikace probíhá mezi dvěma prvky sítě formou požadavků a odpovědí. Členění na typ klient a server je pouze logické. Jeden koncový bod může fungovat zároveň jako klientský i serverový agent.

5.2.1 Architektura sítě SIP

Architektura SIP sítě je složena z komponent označovaných jako *User Agent* a *Server*, jak je zobrazeno na obrázku 10.



Obrázek 10 – Architektura sítě na standardu SIP

¹⁹ Session Initiation Protocol – protokol pro inicializaci relací

²⁰ IETF – Internet Engineering Task Force

User Agent

Pojmem *User Agent*, dále jen UA, označujeme koncové zařízení. UA zajišťuje navázání spojení s druhým UA. Nejčastěji se za UA považují IP telefony a brány. Z logického dělení klientská část nazývaná *User Agent Client* navazuje spojení a *User Agent Server* zpracovává příchozí žádosti a odesílá odpovědi.

Server

Servery v této architektuře zprostředkovávají spojení mezi jednotkami UA. Není ale podmínkou, že servery musí být do spojení zapojeny.

Servery dělíme do tří skupin [6]:

- Proxy server – server přijímá žádosti o spojení, která předá dalším proxy serverům nebo koncovému UA, je-li v jeho spravované doméně.
- Redirect server – server přijímá žádosti o spojení, ale neposílá je dále ve směru volaného. Zpětně volajícímu odešle informaci, kde se volaný nachází.
- Registrar server – přijímá tzv. registrační žádosti od UA v rámci své spravované domény a udržuje tak aktualizovanou databázi koncových zařízení.

5.2.2 Komunikace v SIP

Mezi UA a serverem probíhá komunikace pomocí zpráv. SIP je textový protokol, proto jsou zprávy zasílány v textové podobě. Zprávy se dělí na požadavky a odpovědi.

Požadavky

Část požadavku obsahuje svůj typ (metodu požadavku), adresáta a verzi protokolu. Mezi základní požadavky patří [7]:

- INVITE – žádost o sestavování spojení.
- ACK – potvrzení požadavku INVITE.

- BYE – konec spojení.
- CANCEL – ukončení nevyřízeného požadavku.
- REGISTER – registrace UA u serveru.

Odpovědi

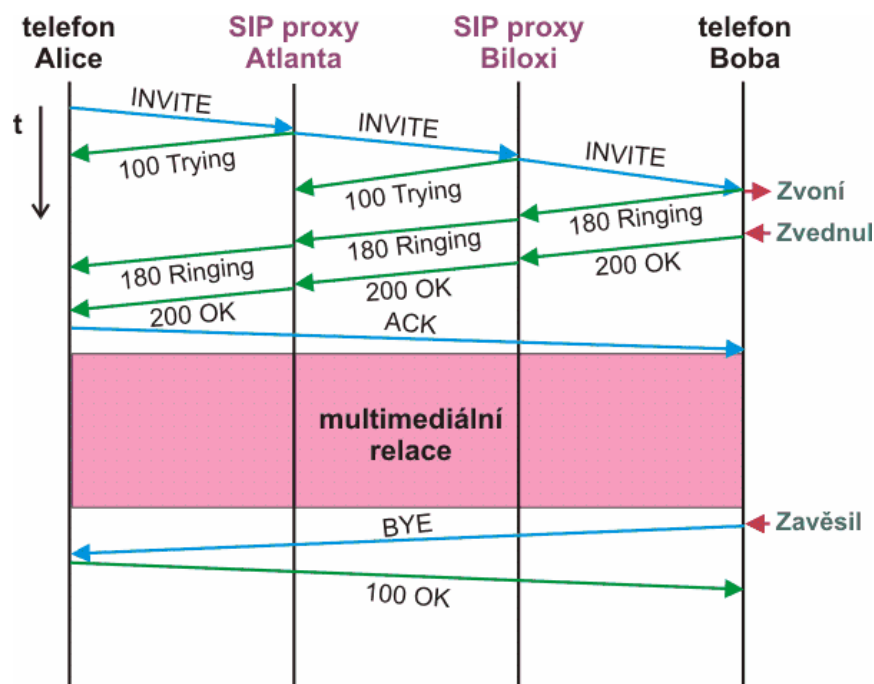
Odpovědi na požadavky mají formu číselného kódu, který je převzat z protokolu HTTP. Podle kódu se dělí odpovědi do skupin [7]:

- 1xx – informační zprávy.
 - např. 100 – Trying
- 2xx – úspěšné dokončení žádosti.
 - např. 200 – OK
- 3xx – přesměrování.
- 4xx – chyba klienta.
- 5xx – chyba serveru.
- 6xx – globální chyba.

5.2.3 Příklad relace v SIP

Komponenty UA mohou relaci uskutečnit sami mezi sebou. Běžněji se využívá služeb *proxy serverů*.

Na obrázku 11 vidíme relaci mezi dvěma koncovými body v podobě IP telefonů označených *Alice* a *Bob*, jejichž komunikace probíhá mezi dvěma SIP proxy servery. Pomocí požadavku *INVITE* žádá první telefon o spojení. Pokud je druhý telefon připraven k zahájení hovoru, potvrzuje tuto skutečnost odpovědí *OK*. První telefon následně potvrdí platnost svého požadavku *INVITE* požadavkem *ACK*. Po tomto okamžiku probíhá samotná relace mezi telefony. Po zavěšení sluchátka u druhého telefonu je odeslán požadavek na konec spojení *BYE*, který je potvrzen informační odpovědí *OK*.



Obrázek 11 – Příklad relace v SIP [8]

5.3 Porovnání H.323 a SIP

H.323 byl navržen jako komplexní systém pro multimediální přenosy. Proto je tento standard poměrně složitý. Oproti složitému standardu H.323 byl SIP navržen za účelem spojení mezi dvěma body. Je proto jednoduchý, flexibilní, jednoduše rozšiřitelný.

V současné době převládá již modernější protokol SIP, ale některé VoIP zařízení nadále pracují na standardu H.323. Základní rozdíly mezi standardy udává tabulka 2.

Tabulka 2 – Srovnání standardů H.323 a SIP [9]

	H.323	SIP
Protokol signalizace	Spolehlivý TCP i nespolehlivý UDP. Nejběžněji H.323 komponenty využívají TCP pro signalizaci.	Spolehlivý TCP i nespolehlivý UDP. Nejčastěji SIP komponenty využívají UDP pro signalizaci
Signalizace	Složitá	Jednoduchá
Typ zpráv	Binární	Textové
Kódování	ASN.1	UTF-8

5.4 Protokol MGCP

Protokol MGCP²¹ je popsán v dokumentu RFC2705. Koncovými uzly mohou být terminály i brány. Hlavním rozdílem MGCP, oproti protokolům H.323 a SIP, je centralizované řízení systému. Centrální prvek určuje chování koncových bodů.

MGCP se využívá především pro spojení mezi dvěma PSTN sítěmi, kdy přenos mezi nimi probíhá po datové síti. Převážně slouží pro obsluhu hlasových bran. Protokol MGCP umí spolupracovat s H.323 i SIP. Centrální řídicí servery mezi sebou komunikují prostřednictvím H.323 nebo SIP.

5.5 Protokol IAX/IAX2

Binární protokol IAX²² využívá softwarová open source PBX²³ ústředna *Asterisk*. V současné době existuje druhá verze protokolu označována jako *IAX2*. Hlavní použití protokolu je pro spojení dvou *Asterisk* serverů. Stará se také o signalizaci a transport dat mezi dvěma připojenými uzly podporující tento protokol.

Prvotním cílem protokolu IAX bylo omezit potřebnou šířku pásma nejen pro signalizaci, ale i pro přenos dat. IAX byl vytvořen také pro bezproblémové provozování přes NAT²⁴. Pro transport nepoužívá protokol RTP, ale stejně jako pro signalizaci protokol UDP. Bezproblémový provoz přes NAT je hlavním rozdílem oproti protokolu SIP, který využívá pro přenos dat protokol RTP.

²¹ MGCP – Multimedia Gateway Control Protocol

²² IAX – Inter Asterisk eXchange

²³ PBX – Private Branch Exchange (soukromá telefonní ústředna)

²⁴ NAT – Network address translation (překlad síťových adres)

6 Kvalita služeb

Kvalita služeb závisí převážně na kvalitních charakteristikách komunikace po síti. Pro zajištění kvality služeb se využívá různých prostředků. Tento systém je nazýván *Quality of Service* (dále jen QoS).

Organizace ITU definovala QoS jako „*souhrnný efekt výkonnosti služby, který určuje stupeň uspokojení uživatele této služby*“ [10]. Mezi parametry, které nejvíce ovlivňují kvalitu služeb, patří:

- Volná kapacita sítě – rozdíl mezi maximální možnou a využitou kapacitou.
- Ztrátovost paketů (packet loss) – procentuální vyjádření počtu paketů, které nedorazí ke svému příjemci.
- Zpoždění (latency) – doba potřebná k přenesení paketu.
- Změna zpoždění (jitter) – doba zpoždění jednotlivých paketů.

Pomocí QoS lze předejít zahlcení sítě a tedy ke správnému doručování paketů. K tomuto účelu slouží dva modely zaručující kvalitu služeb.

6.1 Model integrované služby

Model označovaný jako *IntServ* byl prvním modelem, který si kladl za cíl zabezpečit kvalitu služeb v IP sítích. Byl definován roku 1994. Cílem *IntServ* je záruka QoS po celé cestě spojení. Všechny aktivní prvky na trase spojení musí obdržet informace o rezervačním požadavku a ten potvrdit. Pokud jeden aktivní prvek nemůže požadavku vyhovět, spojení je zamítnuto.

Architektura *IntServ* je nezávislá na protokolu, pomocí kterého by byly signalizovány rezervační požadavky všem aktivním prvkům. V praxi je k tomuto účelu výhradně používán *protokol rezervace prostředků* (RSVP).

6.1.1 Protokol rezervace prostředků

Signalizační protokol rezervace prostředků RSVP²⁵ je přenášen pomocí protokolu IP. Slouží k signalizaci rezervačních požadavků aplikací. Disponuje několika typy zpráv, které se rozpoznávají podle záhlaví zprávy.

Pro každý datový tok se rozlišuje odesílatel a příjemce. Odesílatel vysílá periodicky zprávu *PATH*. Příjemce, po příjmu zprávy *PATH*, odesílá zpět po stejné cestě zprávu rezervačního požadavku *RESV*. Tato zpráva zajistí u všech aktivních prvků vyžadujících QoS potřebnou rezervaci.

Všechny prvky na cestě spojení musí podporovat protokol RSVP a každý směrovač si musí také ukládat informace u každé rezervace. Směrovač, který přenáší mnoho datových toků najednou, by tak měl velké nároky na paměť. Proto jako alternativa k integrovaným službám s protokolem RSVP byl vytvořen model *diferencovaných služeb*.

6.2 Model diferencované služby

Model diferencovaných služeb *DiffServ* je jednodušší než model *IntServ*. Pracuje na principu agregace datových toků do tříd *CoS*²⁶, kde každá třída má vlastní frontu a jedna třída je upřednostňována před druhou. Ke klasifikaci paketu do třídy slouží u protokolu IPv4²⁷ oktet *Type of Service* a u IPv6²⁸ oktet *Traffic Class*.

Základem modelu DiffServ je administrační jednotka *ds-doména*, ve které je zavedena jednotná administrační strategie, jako je přiřazení toků do tříd, klasifikace paketů a k nim příslušné chování aktivních prvků. Každá ds-doména může mít svou strategii, proto u ds-domény rozlišujeme směrovače na okrajový, vnitřní a hraniční.

Okrajový směrovač klasifikuje neoznačené pakety podle administrační strategie. Pakety pak přeposílá do své ds-domény, kde s paketem pracuje *vnitřní* směrovač. Mezi dvěma ds-doménami se nachází *hraniční*

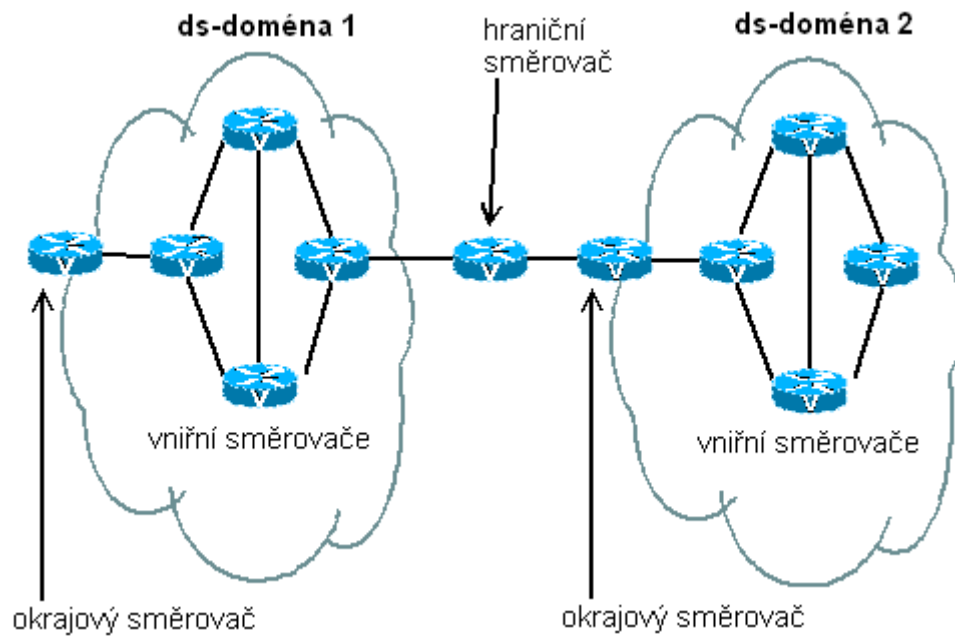
²⁵ RSVP – Resource reSerVation Protocol

²⁶ CoS – Class of Service

²⁷ IPv4 – IP protokol verze 4

²⁸ IPv6 – IP protokol verze 6

směrovač, v kterém se paket nejčastěji reklasifikuje pro sousední ds-doménu. Zobrazeno na obrázku 12.



Obrázek 12 – Model diferencovaných služeb

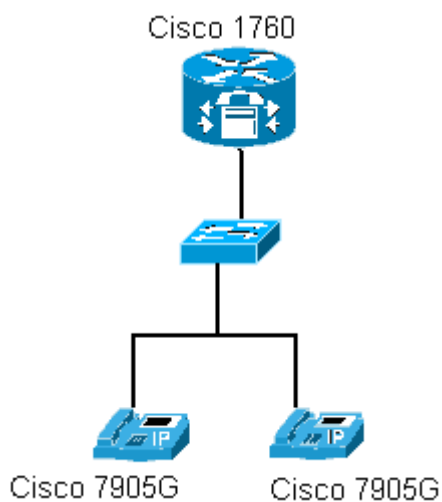
Snahou modelu *DiffServ* je přesunout klasifikaci paketů na okraj jednotlivých ds-domén. Vnitřní směrovače pak nejsou tolik zatěžovány, ale klade se velký důraz na okrajové a hraniční směrovače.

7 Modelové pracoviště pro simulaci sítě s VoIP technologií

Pro účely simulace reálného provozu IP telefonie bylo vytvořeno modelové pracoviště sestavené ze dvou koncových bodů v podobě telefonů CISCO CP-7905G. Součástí pracoviště byl dále směrovač řady CISCO 1760 s nainstalovaným operačním systémem CISCO IOS²⁹ s funkcí Cisco CallManager Express.

7.1 Popis modelového pracoviště

Hlavní částí pracoviště je směrovač CISCO řady 1760 a k němu připojená koncová zařízení v podobě IP telefonů CISCO CP-7905G podle obrázku 13.



Obrázek 13 – Modelové pracoviště

7.1.1 Telefon Cisco CP-7905G

IP telefon CISCO 7905G je jednoduchý telefon se síťovou konektivitou. Telefon podporuje protokoly firmy Cisco SCCP³⁰ a CDP³¹, dále protokol H.323v2. Podporované kodeky v tomto telefonu jsou G.711a a G729a. Telefon nepodporuje konference.

²⁹ IOS – Internetwork Operating System

³⁰ SCCP – Skinny Client Control Protocol

³¹ CDP – Cisco Discovery Protocol

7.1.2 CallManager Express

CallManager Express od firmy Cisco je řešení systému multifunkční sítě přenosu hlasu a dat pro menší firmy. CallManager Express vytváří podporu až pro 240 IP telefonů a kromě základní funkce směrování hovorů nabízí mimo jiné i služby typu:

- Volba čísla při zavěšeném telefonu.
- Přesměrování hovoru.
- Oznamování obsazení.
- GUI³² konfigurace telefonů.

CallManager Express je součástí operačního systému IOS. Umožňuje konfiguraci telefonních služeb z příkazové řádky i z webového rozhraní.

Na použitém směrovači byla instalována verze operačního systému IOS 12.3(11)T7, která obsahuje verzi CallManageru Express 3.2. Na směrovači CISCO 1760 poskytuje CallManager Express 3.2 podporu maximálně pro 24 telefonů.

³² GUI – Graphical User Interface

8 Konfigurace komponent pracoviště

Základním krokem při konfiguraci pracoviště je propojení směrovače s počítačem, z kterého bude prováděna samotná konfigurace. Počítač byl připojen na směrovač přes ethernetový a sériový port. Pro konfiguraci lze využít operační systém GNU/Linux i Windows. V GNU/Linux lze využít program *Minicom*, pod OS Windows program *Hyperterminal*. V následující ukázce konfigurace pracoviště byl použit OS Windows. Webové rozhraní Callmanagaru Express podporuje jen prohlížeč Internet Explorer 5.5 a vyšší.

8.1 Základní konfigurace počítače a směrovače

Po připojení počítače k směrovači a spuštění operačního systému IOS je implicitně zobrazeno v programu *Hyperterminal*:

```
Router>
```

V tomto okamžiku je CLI³³ připraveno a pro směrovač lze zadávat jednotlivé příkazy. Směrovač se může nacházet v různých režimech, jako je *Uživatelský neprivilegovaný režim*, *Uživatelský privilegovaný režim* a *Konfigurační režim*. Režimy IOS jsou na obrázku 14.



Obrázek 14 - Režimy IOS

³³ CLI – příkazové rozhraní

Přechody mezi režimy jsou zobrazeny na obrázku 15.



Obrázek 15 – Režimy směšovače

8.1.1 Konfigurace rozhraní

Na konfiguračním počítači byla nastavena IP adresa třídy C na hodnotu 192.168.1.1 s maskou 255.255.255.0.

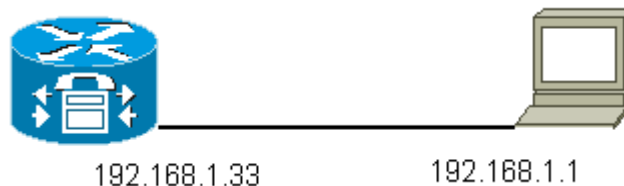
Směrovač se nachází v neprivilegovaném režimu. Pro zadávání globálních konfiguračních příkazů se musí přejít do konfiguračního režimu pomocí příkazů:

```
Router> enable
Router# configure terminal
```

Pro přidělení IP adresy směrovači je třeba následujících příkazů v sekci *Interface*:

```
Router(config)# interface fastethernet 0/0
Router(config-if)# ip addr 192.168.1.33 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
```

Směrovači je přidělena IP adresa třídy C 192.168.1.33, maska 255.255.255.0. Jelikož je každé rozhraní implicitně deaktivováno, jeho spuštění je provedeno příkazem *no shutdown*. Poté následuje návrat zpět do globálního konfiguračního režimu. Nyní je síť v podobě obrázku 16.



Obrázek 16 – Spojení konfiguračního počítače a směrovače

8.1.2 Spuštění HTTP a DHCP serveru

Spuštění *HTTP* serveru je provedeno za účelem konfigurace CallManageru Express přes GUI rozhraní. Pomocí *DHCP* serveru IP telefony získají dynamické IP adresy.

```
Router(config)# ip http server
Router(config)# ip dhcp pool upa
Router(dhcp-config)# network 192.168.1.2 255.255.255.0
Router(dhcp-config)# exit
```

Nyní je spuštěný HTTP server a DHCP server. DHCP server bude přidělovat IP adresy od adresy 192.168.1.2.

8.2 Spuštění telefonních služeb

Pro případ, že již bylo provedeno nastavení telefonních služeb, provedeme jeho zrušení následujícím příkazem:

```
Router(config)# no telephony-service
```

Pro nastavení telefonních služeb je vhodné použít *průvodce nastavení telefonních služeb*. Spuštění průvodce se provede příkazem:

```
Router(config)# telephony-service setup
```

Následně je uživatel vyzván k zodpovězení několika dotazů ke konfiguraci telefonních služeb. Detailní popis konfigurace telefonních služeb je v příloze A. Při konfiguraci bylo zvoleno pět koncových zaříze-

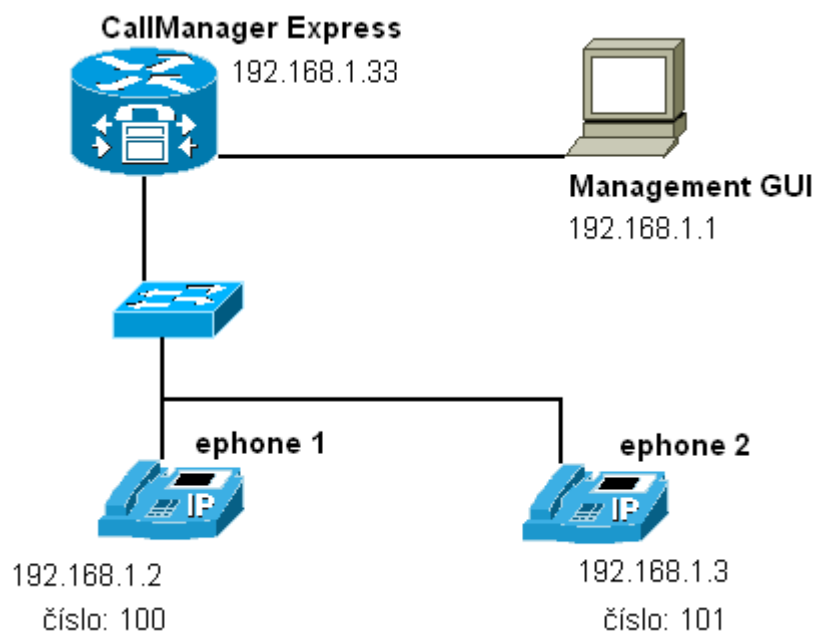
ní, přiřazování telefonních čísel od čísla 100 a pro telefony byl zvolen anglický jazyk. Posledním krokem je potvrzení ukončení nastavení telefonních služeb.

8.3 Připojení IP telefonů

První IP telefon připojíme ke směrovači. Využijeme automatické konfigurace telefonu, který se sám zaregistruje do Callmanageru Express a získá z něj potřebné nastavení. Po správné registraci je IP telefonu přidělena IP adresa 192.168.1.2, označení *ephone 1*. Jde o první registrované zařízení, proto je telefonu přiřazeno telefonní číslo 100.

```
*Mar 2 11:18:00.098: %IPPHONE-6-REGISTER:  
ephone-1:SEP0015C66C279F DeviceType:Phone has  
registered.
```

Stejným postupem připojíme druhý IP telefon. Druhému zařízení je přidělena IP adresa 192.168.1.3, označení *ephone 2* a telefonní číslo 101. Tím vznikne síť podle obrázku 17.



Obrázek 17 – Sestavené modelové pracoviště

8.4 Základní nastavení telefonů

Telefonům lze nastavit *Caller-ID*, což je jméno zobrazující se volanému na displeji telefonu. Můžeme také změnit nastavení telefonního čísla jednotlivých telefonů.

8.4.1 Nastavení prvního telefonu

Následujícími příkazy přejdeme z konfiguračního režimu do sekce *ephone-dn*. Dále je telefonu nastaveno *name* (jméno) na *Uzivatel_1* a přiděleno telefonní číslo *1111*. Je proveden restart telefonu a návrat do globálního konfiguračního režimu.

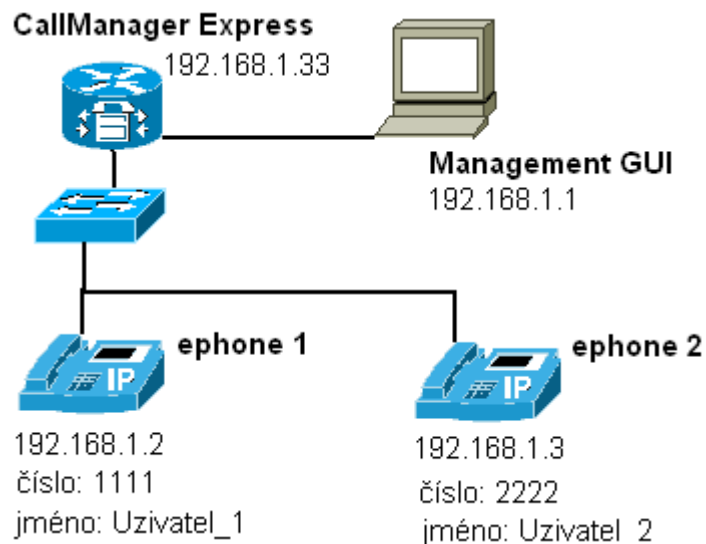
```
Router(config)# ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)# name Uzivatel_1
Router(config-ephone-dn)# number 1111
Router(config-ephone-dn)# exit
Router(config)# ephone 1
Router(config-ephone)# restart
Router(config-ephone)# exit
```

8.4.2 Nastavení druhého telefonu

Obdobně, jako u prvního telefonu, nastavíme druhému telefonu jméno *Uzivatel_2* a telefonní číslo *2222*.

```
Router(config)# ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)# name Uzivatel_2
Router(config-ephone-dn)# number 2222
Router(config-ephone-dn)# exit
Router(config)# ephone 2
Router(config-ephone)# restart
Router(config-ephone)# exit
```

Výsledkem změny nastavení telefonů je síť podle obrázku 18.



Obrázek 18 – Změněné nastavení IP telefonů

Vytočíme-li z prvního telefonu telefonní číslo 2222, CallManager Express spojí první telefon s druhým telefonem. Na displeji druhého telefonu bude zobrazeno jméno volajícího *Uzivatel_1* a jeho telefonní číslo *1111*. Samotný průběh hovoru probíhá mezi telefony.

8.5 Konfigurace webové rozhraní

Webové rozhraní CallManageru Express je na adrese http://adresa_směrovače/ccme.html. Směrovači byla přidělena adresa 192.168.1.33, proto webové rozhraní CallManageru Express je dostupné na <http://192.168.1.33/ccme.html>.

Webové rozhraní umožňuje přístup správci telefonních služeb i jednotlivým uživatelům koncových zařízení (telefonů).

8.5.1 Konfigurace webové rozhraní pro správce telefonních služeb

Konfigurace probíhá v sekci *telephony-service*. Následujícími příkazy bude nastaven přístup pro správce telefonních služeb s přihlašovacím jménem *upce* a heslem *upce*. Příkaz *dn-webedit* umožní měnit nastavení v adresáři čísel.

```
Router(config)# telephony-service
Router(config-telephony)# web admin system name upce
password upce
```

```
Router(config-telephony)# dn-webedit
```

```
Router(config-telephony)# exit
```

8.5.2 Konfigurace webové rozhraní pro uživatele koncových zařízení

Pro každého uživatele probíhá konfigurace v sekci příslušného telefonu. Následujícími příkazy je povoleno přihlášení do webového rozhraní uživateli prvního telefonu. Přihlašovací jméno je nastaveno na *Uzivatel_1* a heslo na *uei*.

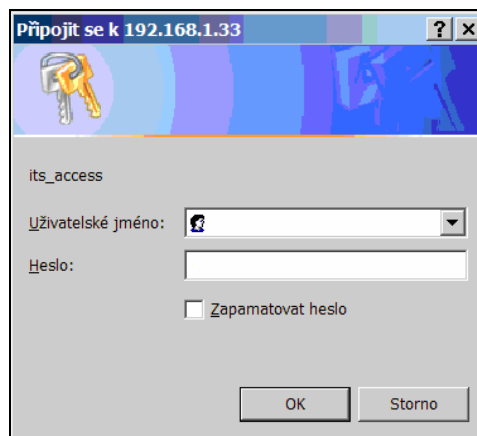
```
Router(config)# ephone 1
```

```
Router(config-ephone)# username Uzivatel_1 password uei
```

```
Router(config-ephone)# exit
```

8.5.3 Přihlášení do webového rozhraní

Do webového prohlížeče zadáme URL adresu *http://192.168.1.33/ccme.html*. Následně jsme vyzváni k zadání přihlašovacího jména a hesla. Přihlašovací okno je zobrazeno na obrázku 19.

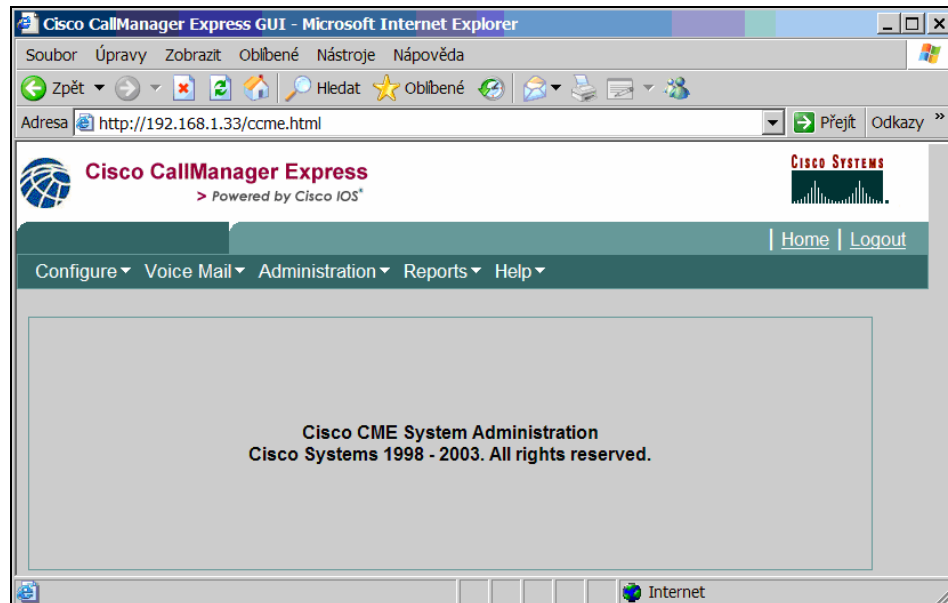


Obrázek 19 – Přihlašovací okno

8.5.4 Webové rozhraní správce telefonních služeb

Pro přihlášení jako správce telefonních služeb je nutné zadat přihlašovací jméno *upce* a heslo *upce* (zvoleno při konfiguraci webového

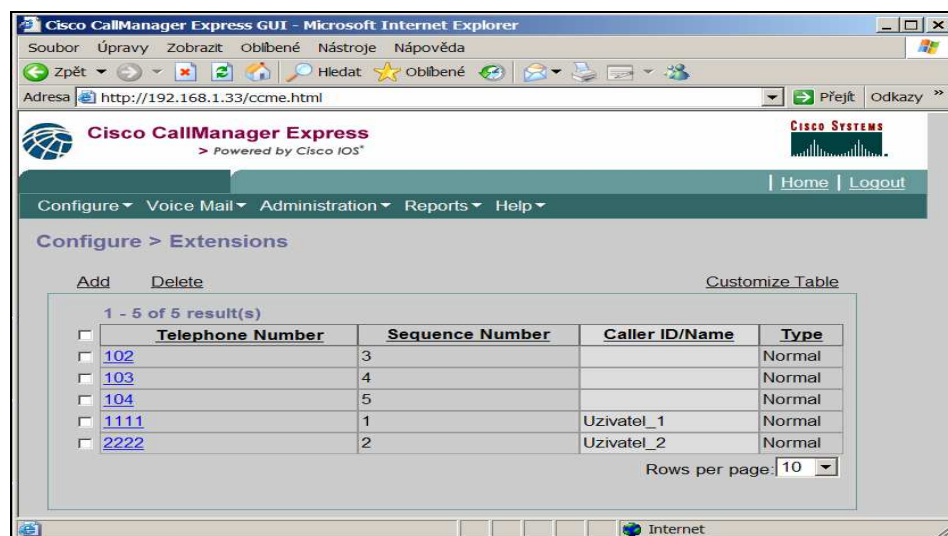
rozhraní pro správce služeb, kap. 8.5.1). Po úspěšném přihlášení je dostupné webové rozhraní, které je zobrazeno na obrázku 20.



Obrázek 20 – Webové rozhraní správce telefonních služeb

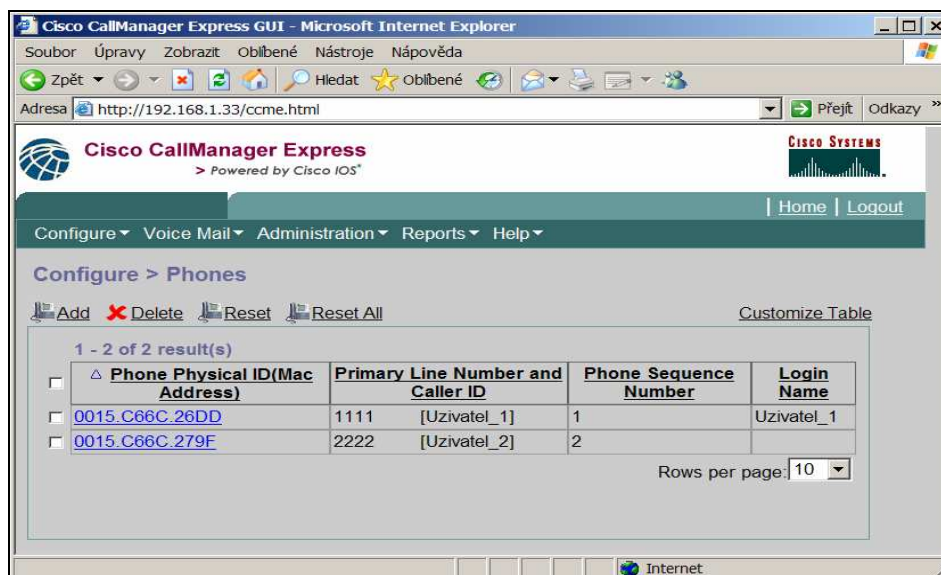
Pomocí webového rozhraní může správce služeb nastavovat, měnit a kontrolovat telefonní služby pomocí položky menu *Configure*.

V konfiguraci telefonních služeb, kap. 8.2, bylo zvoleno pět koncových zařízení, která by mohla být připojená k síti. Zkontrolovat počet zařízení, k nim přiřazená telefonní čísla a jména, lze pomocí menu přes *Configure* a *Extensions*. Zobrazeno na obrázku 21.



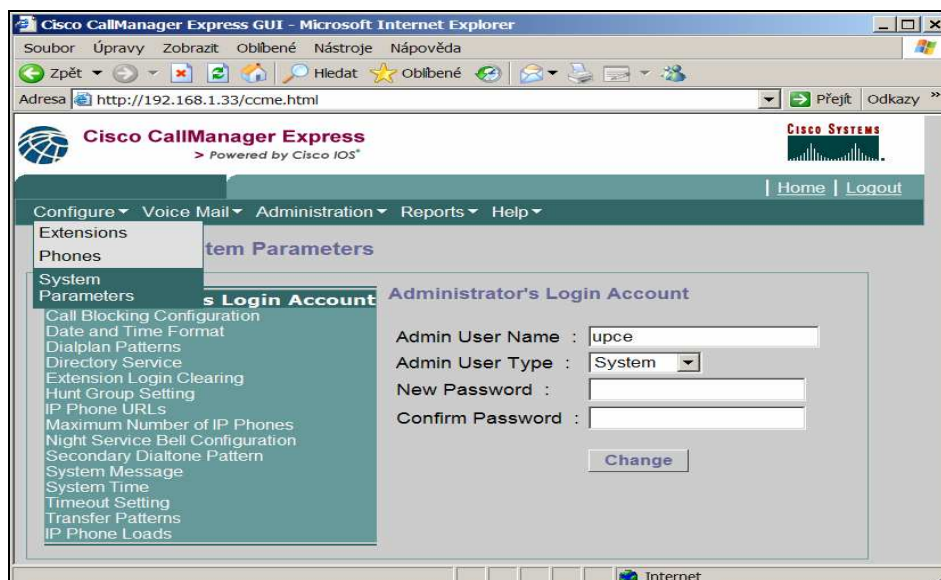
Obrázek 21 – Koncová zařízení a jejich nastavení

Registrovaná zařízení lze zobrazit z menu *Configure* a *Phones*. Na obrázku 22 je u jednotlivých zaregistrovaných koncových bodů zobrazena jejich fyzická MAC adresa³⁴, přidělené telefonní číslo a přihlašovací jméno uživatele pro webové rozhraní. Zároveň je možné registrované zařízení restartovat (v případě změny jejich nastavení).



Obrázek 22 – Zaregistrovaná koncová zařízení

Hlavní změny telefonních služeb se provádí z menu *Configure* a *System Parameters*.

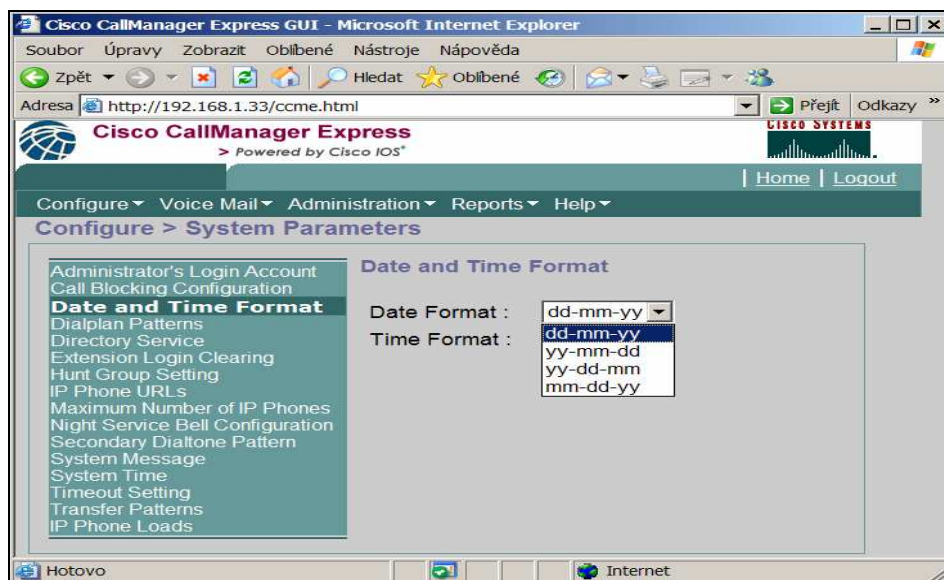


Obrázek 23 – Konfigurace telefonních služeb přes webové rozhraní

³⁴ MAC adresa – Jednoznačné identifikování síťového zařízení

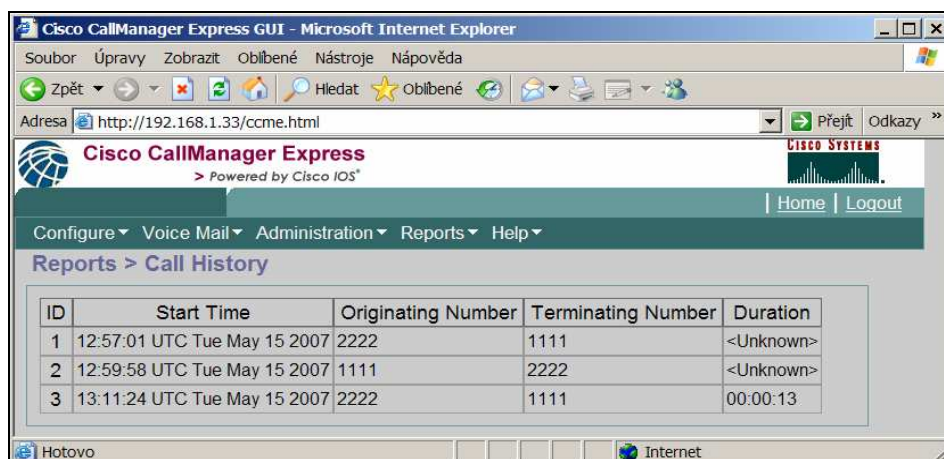
Na obrázku 23 je vybrána změna přihlašovacích údajů pro správce telefonních služeb. Lze měnit přihlašovací jméno i heslo.

Změna formátu systémového data a času, přes položku *Date and Time Format*, je ilustrována na obrázku 24. Je zvolen středoevropský formát data v pořadí den, měsíc a rok.



Obrázek 24 – Změna formátu času

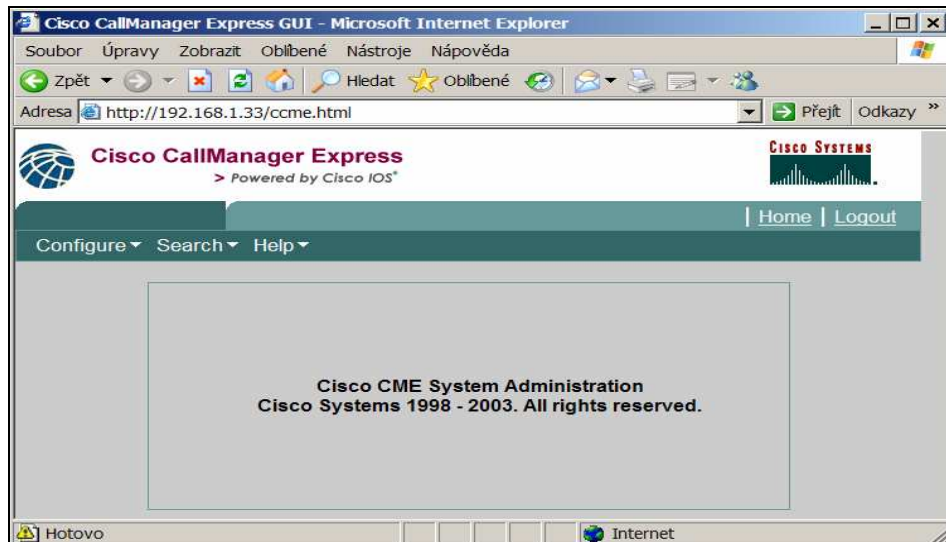
Pokud již proběhl přes CallManager Express spojený hovor, může správce telefonních služeb kontrolovat jednotlivé hovory podle obrázku 25. Pomocí menu *Reports* a *Call History* lze zpětně kontrolovat začátek hovoru, zjistit volajícího, volaného a dobu hovoru.



Obrázek 25 – Historie provedených volání

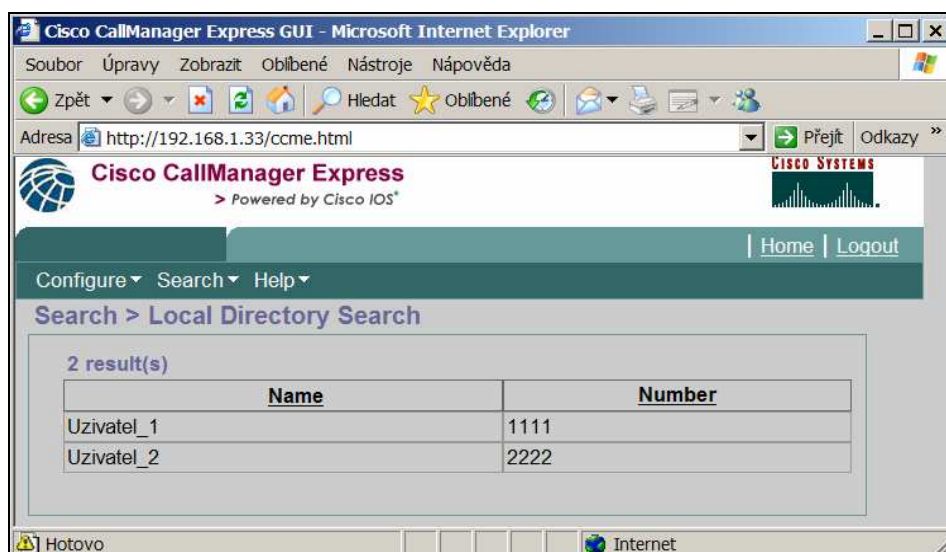
8.5.5 Webové rozhraní uživatele telefonu

Stejně jako správce telefonních služeb se může i uživatel telefonu přihlásit do webového rozhraní (pokud mu bylo přihlášení povoleno, viz. kap. 8.5.2). Přihlášení uživatele prvního telefonu se provede zadáním přihlašovacího jména *Uzivatel_1* a hesla ve tvaru *uei*. Při úspěšném přihlášení je pro uživatele dostupné webové rozhraní podle obrázku 26.



Obrázek 26 – Webové rozhraní uživatele koncového zařízení

Z menu *Search* a *Local Directory Search* je uživateli dostupný adresář telefonního seznamu, jak je zobrazeno na obrázku 27.



Obrázek 27 – Adresář telefonního seznamu

Popsané funkce (v kapitole 8) tvoří základní *set* vhodný pro implementaci technologie VoIP v menší firmě. Poskytují základní nástroje IP telefonie pro správce telefonních služeb i pro jednotlivé uživatele koncových telefonů. Umožňují spojení telefonních hovorů v rámci CallManageru Express.

9 Návrh propojení komerčního řešení s open source

Starší zařízení firmy Cisco převážně využívají uzavřená řešení. Přímá podpora otevřených řešení, jako je protokol SIP nebo IAX, je závislá na použití verze operačního systému IOS nebo úplně chybí. Pokud není možné provést upgrade všech komponent v síti na verzi IOS s podporou alternativních protokolů, je jako potenciální řešení možné využít brány pro překlad sítě. V následující části bude popsáno výše uvedené řešení.

9.1 Brána

Základní částí sítě spojující více segmentů využívajících rozdílné komunikační protokoly je síťová brána. Pro využití spojení s projekty *open source* byla zvolena jako brána softwarová telefonní ústředna *Asterisk* (viz. kap. 9.2). Bránu lze využít pro přímý překlad mezi protokoly využívaných firmou Cisco (CSSP) a protokolem SIP, případně IAX. Ilustrativně zobrazeno na obrázku 28.



Obrázek 28 – Využití brány v podobě Asterisk

9.2 Asterisk

Asterisk je kompletní open source telefonní ústředna (PBX³⁵) nahrazující komerční pobočkové ústředny. Asterisk lze provozovat

³⁵ PBX – Private Branch Exchange (soukromá telefonní ústředna)

na platformách Unix a Linux pod licencí GNU³⁶. Aktuální stabilní verze je označena *Asterisk 1.4.4*.

Asterisk není jen PBX, ale slouží i jako brána (gateway) pro protokoly H.323, SIP, MGCP, IAX. Podporovaný je také protokol SCCP od firmy Cisco. Asterisk nabízí pro protokol SIP služby *proxy serveru*, *redirect serveru* i *registrar serveru* (viz kap.5.2.1).

9.2.1 Instalace Asterisku

Softwarovou telefonní ústřednu Asterisk je možné, pod operačním systémem GNU/Linux, nainstalovat třemi hlavními způsoby:

- Instalace pomocí balíčkovacího systému distribuce.
- Kompilace ze zdrojových kódů.
- Využití distribuce AsteriskNOW.

Instalace pomocí balíčkovacího systému

Výhodou instalace pomocí balíčkovacího systému je snadná instalace. Pro testování byla zvolena GNU/Linux distribuce *openSuse 10.2*. Možnou nevýhodou instalací přes balíčkovací systém je nedostupnost aktuální stabilní verze Asterisku. Pro *openSuse 10.2* je pomocí balíčku dostupná verze Asterisk 1.2.14.

Instalace kompilací zdrojových kódů

Archívy, obsahující zdrojové kódy, je možné získat na stránkách projektu Asterisk <http://www.asterisk.org/>. Kompilace zdrojových kódů v operačním systému GNU/Linux je složitější než instalace přes balíčkovací systém. Vyžaduje hlubší znalosti práce pod systémem GNU/Linux. Pro testování byla také využita distribuce *openSuse 10.2*.

AsteriskNOW

AsteriskNOW je samostatná GNU/Linux distribuce, upravena pouze pro použití telefonní ústředny Asterisk. Instalační CD jsou dostup-

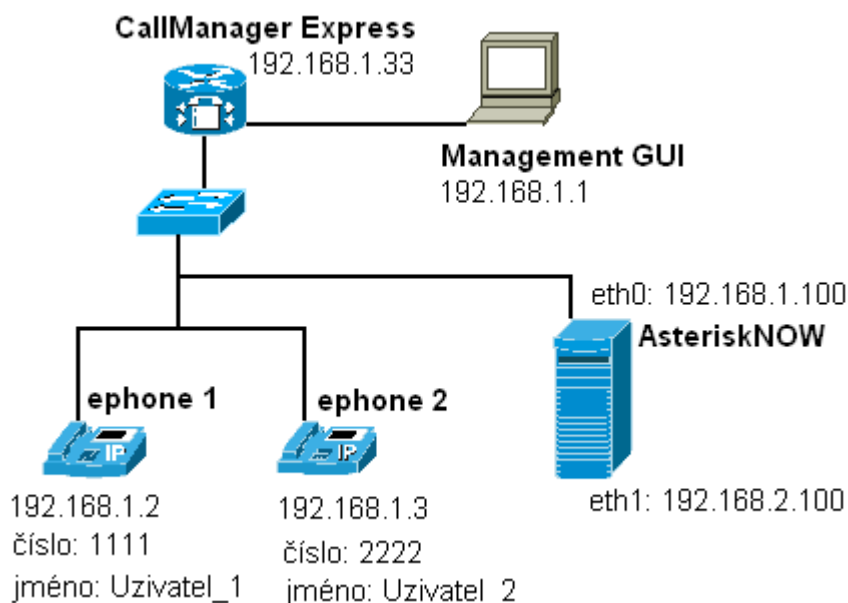
³⁶ GNU – General Public Licence (licence pro volně šiřitelný software)

ná na <http://www.asterisknow.org/>. Projekt je zatím ve fázi *beta verze*³⁷, obsahující stabilní verzi Asterisk 1.4.4. Hlavní výhodou použití projektu *AsteriskNOW* je integrace webového rozhraní pro konfiguraci Asterisku. Běžně je konfigurace prováděna pomocí textových souborů.

AsteriskNOW byl zvolen jako nejlepší řešení pro instalaci projektu Asterisk. GNU/Linux distribuce AsteriskNOW byla nainstalována na samostatný počítač, který byl vybaven síťovými rozhraními eth0 a eth1.

Pomocí síťového rozhraní *eth0* byl počítač připojen do již existující sítě. Rozhraní *eth1* bylo využito pro připojení klientského softwarového telefonu. Při instalaci AsteriskNOW byla pro eth0 zvolena IP adresa 192.168.1.100 s maskou 255.255.255.0. Pro eth1 byla nastavena IP adresa 192.168.2.100 s maskou 255.255.255.0. Ilustrativně zobrazeno na obrázku 29.

Při instalaci AsteriskNOW je nutné zadat heslo správce systému. Heslo správce systému bylo zvoleno *rootroot*.

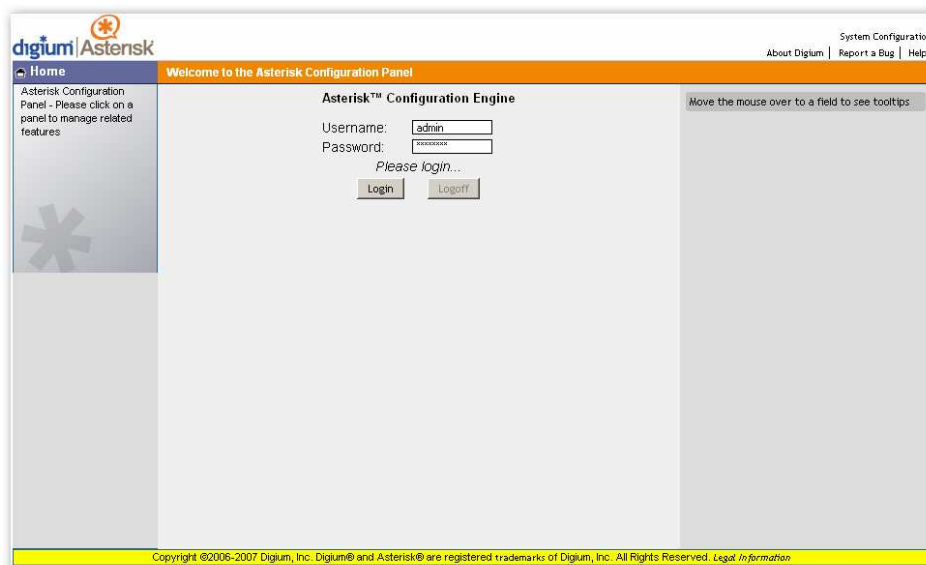


Obrázek 29 – Modelové praviště propojené s open source

³⁷ Beta verze – plně funkční software, určený k testování

9.2.2 Základní konfigurace serveru Asterisk

Po úspěšné instalaci GNU/Linux AsteriskNOW lze využít webové rozhraní Asterisk na adrese síťového rozhraní *eth0*. Na konfiguračním počítači, zadáním adresy 192.168.1.100 do webového prohlížeče, je dostupné webové rozhraní Asterisk podle obrázku 30.

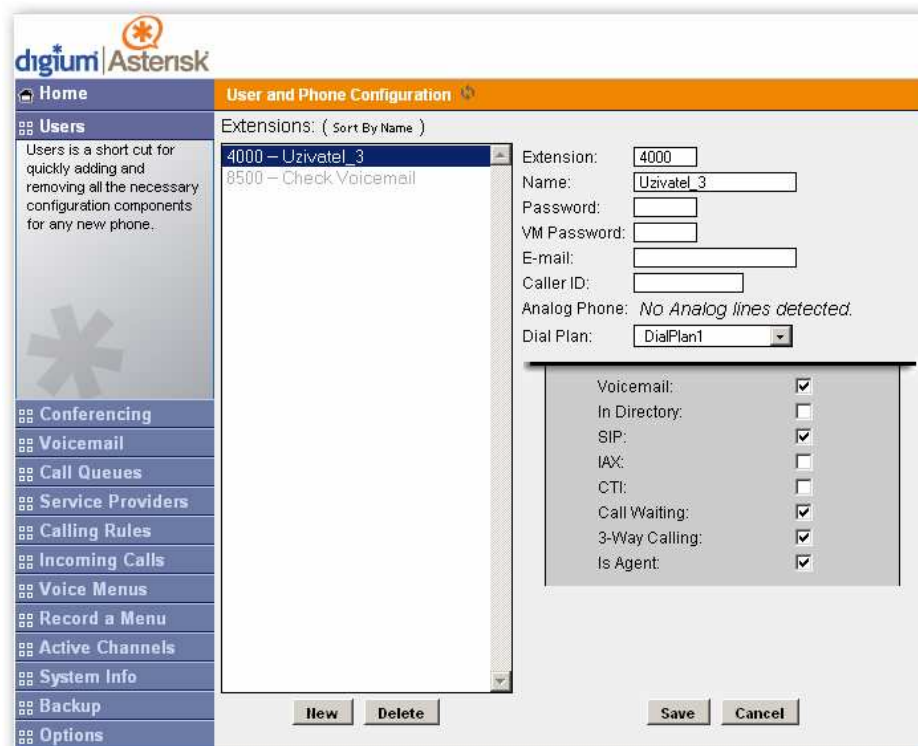


Obrázek 30 – Webové rozhraní Asterisk

Pro přihlášení je nutné zadat přihlašovací jméno *admin* (správce systému) a heslo. Heslo je shodné s heslem nastaveném při instalaci distribuce – *rootroot*.

Vytvoření nového uživatele

Vytvoření nového uživatele je provedeno za účelem připojení klientského softwarového telefonu. Byl vytvořen účet *Uzivatel_3* s telefonním číslem *4000*, s podporovaným protokolem SIP. Vytvoření nového uživatele ilustruje obrázek 31.



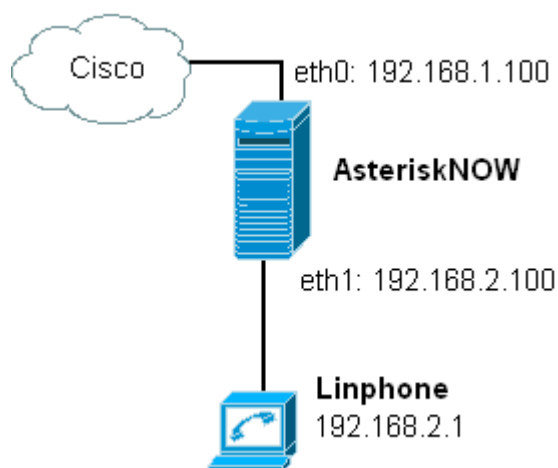
Obrázek 31 – Vytvoření nového uživatele

9.3 Softwarový IP telefon

Softwarových IP telefonů (viz. kap. 3.1.2), podporující protokol SIP, je v současné době velký výběr. Mezi nejznámější klienty, pro protokol SIP a operační systém GNU/Linux, patří například:

- KPhone
- Linphone
- Twinkle
- KCall
- X-Lite

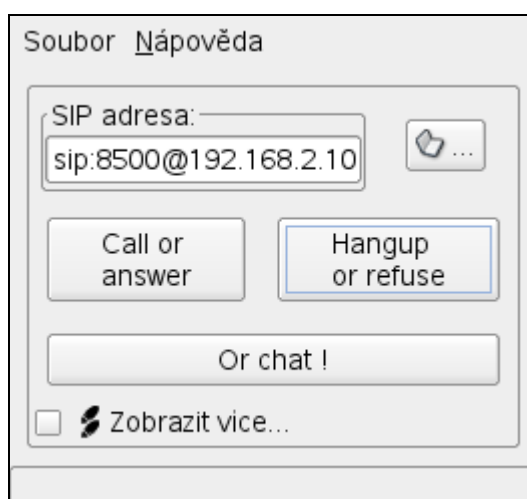
Operační systém, pro softwarový IP telefon, byla zvolena GNU/Linux distribuce *openSuse10.2* a jako IP telefon produkt *Linphone*. Klientskému počítači byla přidělena IP adresa 192.168.2.1 s maskou 255.255.255.0. Připojení k serveru Asterisk je zobrazeno na obrázku 32.



Obrázek 32 – Připojení softwarového telefonu

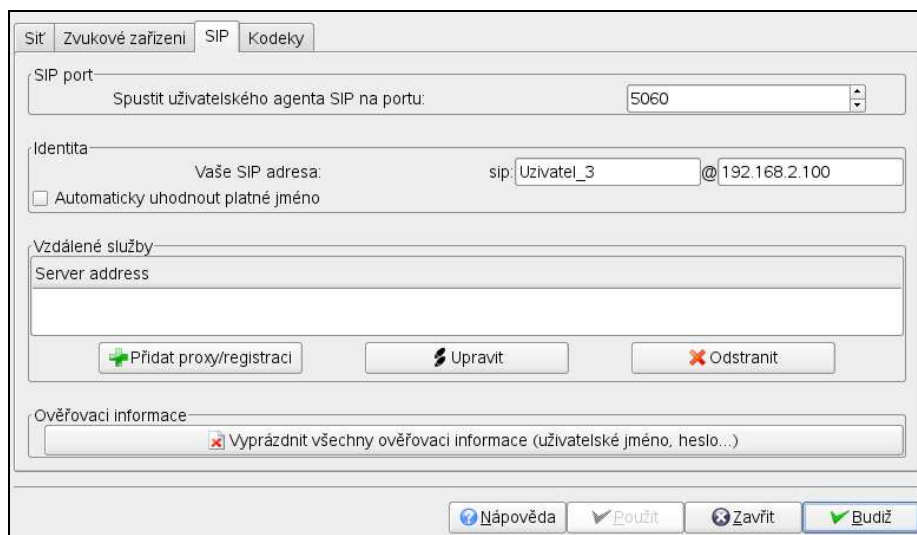
9.3.1 Nastavení Linphone

Grafické rozhraní programu Linphone ilustruje obrázek 33.



Obrázek 33 – Program Linphone

Základní nastavení telefonu Linphone ukazuje obrázek 34. Je nastavena komunikace na portu 5060, který standardně využívá protokol SIP. Identita uživatele je nastavena na jméno *Uzivatel_3* a adresa SIP serveru 192.168.2.100.

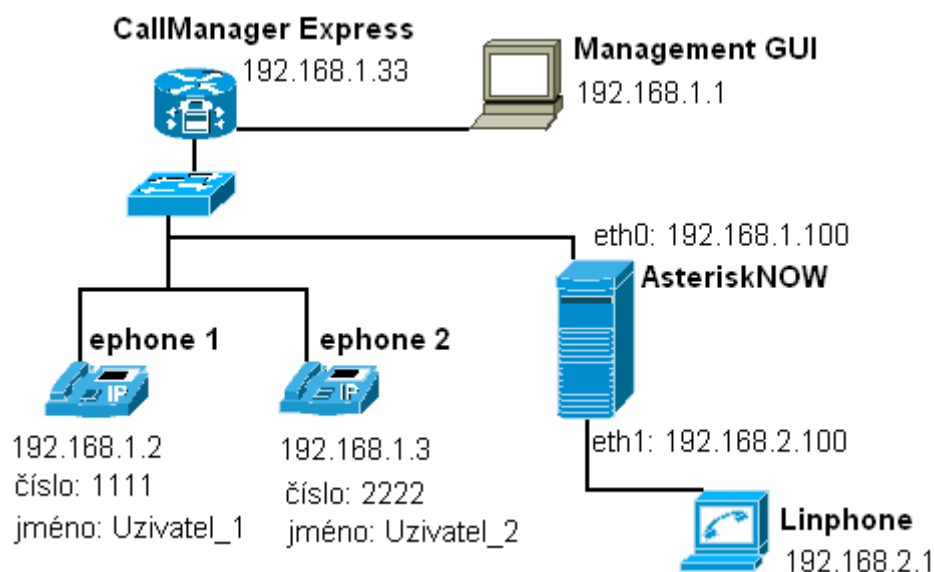


Obrázek 34 – Nastavení Linphone

Po úspěšné registraci telefonu u serveru Asterisk je telefon Linphone připraven pro volání. V programu Linphone se volaný identifikuje pomocí čísla volaného a adresy SIP serveru:

sip:číslo_volaného@adresa_sip_serveru

Výsledný návrh sítě, spojení komerčního řešení s open source produkty, zachycuje obrázek 35.



Obrázek 35 – Výsledný návrh sítě

Spojení hovoru, mezi serverem Asterisk a CallManagerem Express, lze realizovat vytvořením systému přesměrování telefonních čísel. Telefonní čísla mimo spravovanou doménu serveru Asterisk, například začínající číslem 1, budou přesměrována na CallManager Express. CallManager Express zajistí spojení s koncovým bodem. Protokol SCCP v porovnání s protokoly SIP poskytuje ve spojení s Cisco CallManagerem Express pouze omezený počet funkcí.

Detailnější konfigurace serveru Asterisk a CallManageru Express přesahuje míru této publikace.

Při propojení komerčního řešení s open source produkty je nevýhoda v údržbě dvou telefonních systémů. Proto je vhodné si určit, jaké řešení je efektivnější využít.

10 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo seznámit čtenáře se základními principy IP telefonie. Zároveň bylo cílem vytvořit a zkonfigurovat modelové pracoviště pro simulaci reálného provozu IP telefonie se zařízením Cisco.

V průběhu práce se podařilo nastavit základní telefonní služby s registrací dvou koncových bodů v podobě hardwarových telefonů. Tyto služby umožňují komunikaci uživatelů ve spravované zóně CallManageru Express. Přitom se ukázala nezbytnou znalostí konfigurace zařízení firmy Cisco. Hlavní výhodou komerčního řešení Cisco je jednodušší konfigurace koncových bodů, díky uzavřeným protokolům této společnosti. Nevýhodou pak horší podpora open source řešení.

Návrh možného propojení komerčního řešení s produkty open source byl spojen s instalací softwarové telefonní ústředny Asterisk a registrací jednoho softwarového open source telefonu. Zde bylo navrženo jako možné řešení GNU/Linux distribuce AsteriskNOW. Ta má přednost, oproti klasickému Asterisku, v integrovaném webovém rozhraní produktu Asterisk. Úspěšně byl na server Asterisk zaregistrován jeden softwarový IP telefon v podobě programu Linphone.

Tato práce tvoří dokumentaci implementace telefonních služeb, aby tento postup byl v budoucnu opakovatelný.

Použité zdroje

Literatura

- [1] VELTE, Toby. VELTE, Anthony. *Síťové technologie Cisco: Velký průvodce*. Brno: Computer Press, 2003. str. 800.
ISBN: 80-7226-857-0

Internet

- [2] PETERKA, Jiří. *Zařízení pro internetovou telefonii* [online]. 01.04.2006. [cit. 2007-03-19]. Dostupný na WWW:
<<http://www.earchiv.cz/b06/b0401005.php3>>
- [3] CISCO. *Cisco Unified IP Phone 7905G* [online] [cit. 2007-04-12]. Dostupný na WWW:
<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/phones/ps379/products_data_sheet09186a00800c835a.html>
- [4] CISCO. *Cisco Unified Wireless IP Phone 7920, Version 3.0* [online] [cit. 2007-04-12]. Dostupný na WWW:
<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/phones/ps379/products_data_sheet09186a00801739bb.html>
- [5] SOCHATZI, Karel. *Monitorování kvality hlasových služeb v prostředí IP* [online]. 30.11.2004 [cit. 2007-04-20]. Dostupný na WWW: <<http://www.stech.cz/articles.asp?ida=445&idk=330>>
- [6] HRUBÝ, Petr. *Protokol SIP - Architektura, typy zpráv a identifikace* [online]. 20.06.2003 [cit. 2007-03-21]. Dostupný na WWW:
<<http://www.isdn.cz/clanek.php?cid=4990>>
- [7] CESNET. *SIP* [online]. Poslední revize 19.03.2007 [cit.2007-03-21]. Dostupný na WWW:
<<https://sip.cesnet.cz/doku.php?id=cs:protokoly:sip>>
- [8] WIKIPEDIE. *Session Initiation Protocol* [online]. Poslední revize 18.05.2007 [cit. 2007-03-25]. Dostupný na WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:SIP.png>>
- [9] PACKETIZER. *H.323 versus SIP* [online]. Copyright: Packetizer, Inc. [cit. 2007-03-21]. Dostupný na WWW:
<http://www.packetizer.com/voip/h323_vs_sip>
- [10] LHOTKA, Ladislav. *Internet se zaručenou kvalitou služby* [online]. [cit.2007-04-01]. Dostupný na WWW:
<<http://www.cesnet.cz/doc/seminare/ei2000liberec/lhotka.html>>

Příloha A

Konfigurace telefonních služeb *telephone-service*:

Router> **enable**

Router# **configure**

Router(config)# **no telephony-service**

Router(config)# **telephony-service setup**

Do you want to setup DHCP service for your IP Phones? [yes/no]: **no**

Do you want to start telephony-service setup? [yes/no]: **yes**

Configuring Cisco IOS Telephony Services :

Enter the IP source address for Telephony Services : **192.168.1.33**

Enter the Skinny Port for Cisco IOS Telephony Services : [2000]: **2000**

How many IP phones do you want to configure : [0]: **5**

Do you want dual-line extensions assigned to phones? [yes/no]: **no**

What Language do you want on IP phones [0]: **0**

Which Call Progress tone set do you want on IP phones [0]: **0**

What is the first extension number you want to configure : **100**

Do you have Direct-Inward-Dial service for all your phones?[yes/no]: **no**

Do you want to forward calls to a voice message service? [yes/no]: **no**

Do you wish to change any of the above information? [yes/no]: **no**

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Hlasové služby na IP sítích
Autor práce	Ladislav Klajl
Obor	Informační technologie
Rok obhajoby	2007
Vedoucí práce	Ing. Martin Dobrovolný
Anotace	<p>Tato práce se zabývá problematikou hlasových služeb na IP sítích. Charakterizuje současnou situaci v této oblasti. Důraz je kladen na nejpoužívanější standardy pro IP telefonii. Zaměřuje se i na základní prvky hardwaru. Pro aplikaci poznatků bude sestaveno modelové pracoviště IP telefonie. Závěrem je navrženo propojení komerčního řešení s open source produkty.</p>
Klíčová slova	VoIP, IP telefonie, SIP, H.323