

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

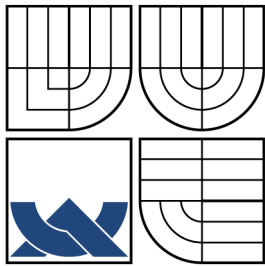
MULTIMEDIÁLNÍ SLUŽBY V IMS

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

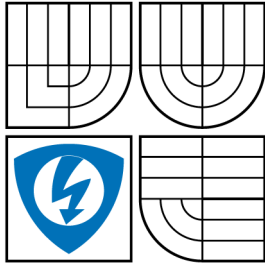
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

BC. VÁCLAV DOHNÁLEK

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND  
COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

## MULTIMEDIÁLNÍ SLUŽBY V IMS

MULTIMEDIA SERVICES IN IMS

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

BC. VÁCLAV DOHNÁLEK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. TOMÁŠ MÁCHA

BRNO 2009

ZDE VLOŽIT LIST ZADÁNÍ

Z důvodu správného číslování stránek

ZDE VLOŽIT PRVNÍ LIST LICENČNÍ  
SMLOUVY

Z důvodu správného číslování stránek

ZDE VLOŽIT DRUHÝ LIST LICENČNÍ  
SMLOUVY

Z důvodu správného číslování stránek

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce rozebírá novou technologii v mobilních službách – IP multimedia subsystem. První, teoretická část podrobně popisuje architekturu této technologie, její základní protokoly. Jelikož se jedná o real-time služby, je také potřebné popsat QoS (třídou kvality služeb). Tento protokol zajišťuje spravedlivé dělení rychlostí a nedochází tak k zahlcování sítě. Druhá, praktická část, je zaměřena na popsání vývojového prostředí SDS od firmy Ericsson, ve kterém je navržen klient využívající IMS a vysvětlení jeho základních funkcí, hlavně popis komunikace s jednotlivými funkčními bloky.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

IMS, SIP, Diameter, RTP, videokonference, klient, server, java

## **ABSTRACT**

This master thesis refers to a new technology in a mobil services IP multimedia subsystem. First, the theoreticl part, refers to the architecture of this technology and elementary protocols. Although it is real-time services, is nesessary to refer about the Quality of Services, that it ensures the confident transmition of data. The second, practisy part refers to a the development background SDS 4.0 FD1 from Ericsson ltd., that it is used develop aplications for IMS technology. It will be to develop the aplication , that it used to the IMS and it refers to the elementary function and communication.

## **KEYWORDS**

IMS, SIP, Diameter, RTP, videoconference, klient, server, java

DOHNÁLEK, V. *Multimediální služby v IMS*. Brno : Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav telekomunikací, 2009. 68 s. + 1 CD. Diplomová práce. Vedoucí práce Ing. Tomáš Mácha.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Multimediální služby v IMS“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)



Chtěl bych poděkovat Ing. Tomáši Máchovi, vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi při přípravě a vypracování diplomové práce ochotně poskytoval.

# OBSAH

<b>Úvod</b>	<b>12</b>
<b>1 IMS</b>	<b>13</b>
1.1 Vrstvy IMS	13
1.2 Prvky architektury IMS	14
1.2.1 CSFC (Call Session Control Function)	15
1.2.2 HSS (Home Subscriber Server)	15
1.2.3 MRF (Multimedia Resource Function)	16
1.2.4 PSTN (Public Switched Telephony Network Gateway)	16
1.2.5 AS (Application Servers)	16
<b>2 Vývoj IMS z GSM sítě</b>	<b>18</b>
2.1 Architektura GSM sítě	18
2.1.1 Mobilní stanice (MS)	18
2.1.2 Systém základnových stanic (BSS)	19
2.1.3 Síťový podsystém (NSS)	19
2.2 Pracovní módy GSM	19
2.2.1 GSM síť a přepínání okruhů	20
2.2.2 GSM síť a přepínání paketů	22
<b>3 IMS požadavky</b>	<b>24</b>
<b>4 Klíčové protokoly IMS</b>	<b>25</b>
4.1 Protokol Diameter	25
4.2 SIP (Session Initiation Protocol)	25
4.2.1 Architektura SIP	25
4.2.2 Metody SIP	26
4.2.3 Odpovědi SIP	27
4.2.4 Struktura zpráv	27
4.2.5 Komunikace SIP	29
4.2.6 Registrace účastníka	30
4.3 RTP - Real-time Transport Protocol	31
4.3.1 Architektura RTP	31
4.4 RTCP - Real-time Transport Control Protocol	33
<b>5 Quality of Services – QoS</b>	<b>34</b>
5.1 Zpoždění paketů	34
5.2 Ztráta paketů	35

5.3	Příjem paketů mimo pořadí . . . . .	36
5.4	Zdvojení paketů . . . . .	36
5.5	Rezervace síťových prostředků . . . . .	36
<b>6</b>	<b>Spektrum služeb v IMS</b>	<b>37</b>
6.1	Online hry . . . . .	38
6.2	Instant messaging . . . . .	38
6.3	Push-To-Talk . . . . .	40
6.4	IPTV . . . . .	40
6.5	Videokonference . . . . .	40
<b>7</b>	<b>Tvorba IMS aplikace</b>	<b>43</b>
7.1	Instalace SDS . . . . .	43
7.2	Projekt . . . . .	43
7.2.1	Grafická podoba . . . . .	43
7.3	Stavba aplikace . . . . .	43
7.3.1	Vytvoření uživatelského profilu . . . . .	45
7.3.2	Adresace účastníků . . . . .	45
7.3.3	Sestavení SIP spojení . . . . .	45
7.3.4	Rozhraní MIME . . . . .	46
7.3.5	Přenos obrazové informace . . . . .	48
7.3.6	Přehrání obrazové informace . . . . .	48
7.4	Nastavení a spuštění prvků IMS . . . . .	48
7.4.1	Nastavení HSS . . . . .	48
7.4.2	Nastavení DNS . . . . .	48
7.5	Spuštění aplikace . . . . .	49
7.5.1	Spuštění CSCF a DNS . . . . .	49
7.5.2	Spuštění GlassFish . . . . .	49
7.6	Spuštění aplikace . . . . .	50
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>52</b>
	<b>Literatura</b>	<b>53</b>
	<b>Seznam symbolů, veličin a zkratk</b>	<b>54</b>
<b>A</b>	<b>Elektronická příloha</b>	<b>58</b>
A.1	Obsah příloženého CD . . . . .	58

# SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Vrstvy IMS . . . . .	13
1.2	Architektura IMS . . . . .	14
1.3	Typy AS serverů . . . . .	17
2.1	GSM síť . . . . .	18
2.2	Přepínání okruhů v GSM . . . . .	22
4.1	Příklad SIP architektury . . . . .	26
4.2	Tvar zprávy . . . . .	27
4.3	Ukázková zpráva protokolu SIP . . . . .	28
4.4	Přímá komunikace . . . . .	29
4.5	Komunikace SIP pomocí proxy serveru . . . . .	30
4.6	Stavba RTP paketu . . . . .	32
6.1	Spektrum služeb IMS . . . . .	37
6.2	Rozdělení služeb dle typu přenosu . . . . .	38
6.3	Zobrazení struktury . . . . .	39
7.1	Grafická podoba klienta . . . . .	44
7.2	Vytvoření uživatelského profilu . . . . .	46
7.3	Sestavení spojení . . . . .	47
7.4	Spuštění CSCF . . . . .	49
7.5	Spuštění DNS . . . . .	49
7.6	Úvodní okno serveru . . . . .	50
7.7	Založení účtu v User profile . . . . .	51

# ÚVOD

Protože klasická mobilní síť již není dimenzovaná na rozvoj nových technologií a do popředí se stále dostávají služby založené na komunikaci po internetu, byl vytvořen nový systém, nová architektura, která je pro tuto komunikaci připravena.

První kapitola pojednává o seznámení s touto technologií a její architekturou. Jsou vysvětleny jednotlivé elementy a protokoly využitě pro výměnu dat. A jelikož IMS slouží pro GSM síť, je i tato problematika rozebrána v jedné kapitole. Další kapitola pojednává o protokolech, které IMS používá. Hlavně je popsán protokol SIP, jako stěžejní pro komunikaci mezi klienty a servery. Dále je popsán protokol Diameter sloužící pro účtování a protokol RTP pro přenos dat v reálném čase. Právě proto, že se budou vyměňovat data mezi klientem a serverem v reálném čase, je nutné počítat s kvalitou přenosové sítě. Aby se zamezilo různým ztrátám paketů či jejich zpoždění, musí se zaručit způsob pro jejich nahrazení či zamezení ztrát. Tento způsob je popsán v kapitole věnované třídě služeb QoS. Všeobecně je IMS zaměřeno na různá spektra služeb. Ať již pro textovou či hlasovou komunikaci, hraní her mezi uživateli vzdálenými stovky kilometrů či dorozumívání typu vysílačka. Tyto služby jsou funkčně rozebrány, zhodnoceny jejich výhody a nevýhody. Pro vývoj ukázkové aplikace poslouží princip chatu. K tomuto vývoji bude využito prostředí SDS od firmy Ericsson, které se na tuto problematiku specializuje.

# 1 IMS

The Internet Protocol Multimedia Subsystem, známý jako „IMS“ , je založen na protokolu SIP. Přesto je IMS více než pouhý protokol, jedná se o architekturu pro konvergenci dat, hlasu a mobilních sítí, která je založena na širokém spektru protokolů, z nichž většina byla vyvinuta IETF <sup>1</sup>. Na jejich základě poskytuje IMS služby v reálném čase. Jedná se vlastně o část systému UMTS <sup>2</sup>. Dnes se můžeme setkat s UMTS, kde současně fungují dvě platformy, a to pro spínání okruhů a přepínání paketů. Oblast pro spínání okruhů bude postupně nahrazována komunikací přes IP síť.

## 1.1 Vrstvy IMS

Jednotlivé funkce IMS jsou rozděleny do vrstev podobně jako u OSI modelu. Výhodou takového modelu je to, že se můžou jednotlivé funkce implementovat nezávisle na jejich typu. Model vrstev IMS je znázorněn na obr. 1.1



Obr. 1.1: Vrstvy IMS

Aplikační vrstva se skládá z aplikací a obsahuje servery. Tyto servery mohou poskytovat i více služeb najednou, jako například telefonování a zasílání zpráv. Samotný pojem aplikačního serveru je koncept pro distribuci aplikací ve webovém aplikačním modelu. [7]

<sup>1</sup>Internet Engineering Task Force

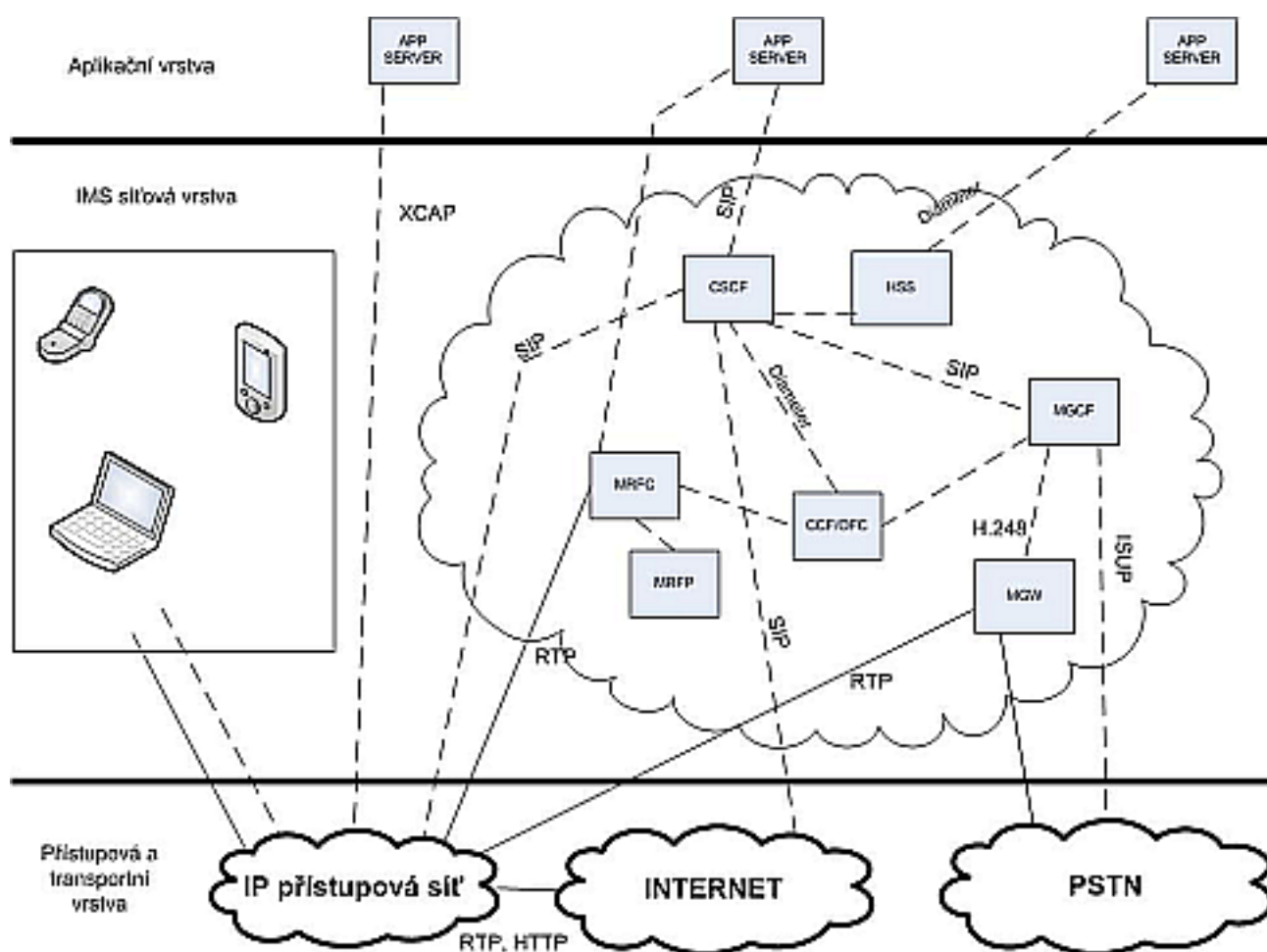
<sup>2</sup>Universal Mobile Telecommunications System

Řídící vrstva spravuje funkce CSCF a HSS. CSCF je obvykle nazýván jako SIP server, protože všechny funkce SIP jsou implementovány v této podvrstvě. Poskytuje poslední bod pro registraci uživatele, směruje zprávy pro SIP signalizaci a garantuje pro jednotlivé třídy služeb splnění QoS. [7]

Transportní vrstva zahrnuje routery a switche, které vytváří pozadí infrastruktury. Není to nic víc, než infrastruktura založené na bázi IP, která poskytuje spojení bod – bod. [7]

Vrstva koncových zařízení je vrstva, do které se jednotlivé zařízení (telefony, PDA apod.) připojují pomocí PSTN brány. [7]

## 1.2 Prvky architektury IMS



Obr. 1.2: Architektura IMS

### 1.2.1 CSFC (Call Session Control Function)

CSFC (Call Session Control Function) zpracovává signalizaci a na základě vykonávaných funkcí v IMS se dělí na tři subtypy:

- P-CSCF - (Proxy Call Session Control Function) je prvním kontaktním bodem pro uživatele. Jedná se o obdobu proxy serveru, jehož základními funkcemi je přesměrovávání žádostí a odpovědí, kontola identity uživatele a ověření důvěryhodnosti. Ostatní entity sítě nepotřebují autentizovat uživatele, neboť věří kontrole oprávnění vykonaném P-CSCF. Mezi další funkce patří komprese a dekomprese zpráv na rádiovém rozhraní mezi IMS sítí a terminálem. P-CSCF též generuje informace pro vyúčtování a udržuje časovače spojení. Je zřejmé, že veškerá signalizace směřovaná uživateli i od něho prochází touto entitou.
- I-CSCF - (Interrogating Call Session Control Function) vytváří styčný bod uvnitř operátorské sítě pro všechna spojení směřovaná na účastníky tohoto operátora z jiných sítí. Mezi jeho základní funkce patří dotazování do HSS (Home Subscriber Server) za účelem získání jména S-CSCF, který obsluhuje požadovaného uživatele. Následně provádí směrování SIP žádostí a odpovědí do vybraného S-CSCF. V neposlední řadě zasílá informace o účtování do CCF.
- S-CSCF - (Serving Call Session Control Function) je prvkem, který lze nazvat mozkiem IMS sítě. Vykonává dohled nad spojením, poskytuje registrační služby a na základě uživatelského profilu směřuje SIP zprávy do příslušného aplikačního serveru.

### 1.2.2 HSS (Home Subscriber Server)

HSS Data o uživateli uchovává server HSS, který ví, k jakým službám má daný uživatel přístup. Samotná data se dají rozdělit na soukromá a veřejná. Samotná bezpečnost jednotlivých dat je založena na spojení s P-CSCF a I-CSCF. HSS je zodpovědný za autentizaci uživatelů IMS v souladu se specifikacemi 3GPP. HSS spolupracuje za účelem autentizace s obdobným uzlem implementovaným v mobilních sítích: HLR (Home Location Register) a přístupovým serverem v pevných bezdrátových sítích (server AAA, Authentication, Authorization, Accounting). Když mobilní uživatel poprvé zahájí volání, nejprve se spojí s HLR a v případě IMS služby se uživatel ověřuje pomocí HSS. S ostatními prvky sítě komunikuje pomocí protokolu Diameter.



### 1.2.3 MRF (Multimedia Resource Function)

MRF slouží pro převod mezi různými kodeky a získává data k analýze sítě. Je tvořen dvěma prvky a to MRFC a MRFP.

- MRFC - (Multimedia Resource Function Controller) řídí služby konference a interaktivní hlasové odezvy IVR (Interactive Voice Response Services) realizované MRFP.
- MRFP - (Multimedia Resource Function Processor) procesor řízený pomocí MRFC vykonávající např. multiplexaci příchozích datových toků.

### 1.2.4 PSTN (Public Switched Telephony Network Gateway)

PSTN brána slouží pro připojení IMS k jiným typům sítí. Její funkce je rozložena do těchto prvků:

- BGCF - (Breakout Gateway Control Function) je odpovědný za výběr bodu přestupu do CS domény nebo jiného BGCF.
- MGCF - (Media Gateway Control Function) zajišťuje vzájemnou spolupráci signalizace mezi IP a telefonní sítí.
- IM-MGW - (The IMS Multimedia Gateway Function) poskytuje spojení mezi CS sítěmi a IMS. Jeho funkce je kontrolována pomocí MGCF.
- SGW - (Signalling Gateway) se využívá k propojení různých vnitřních signalizačních sítí. Poskytuje konverzi nižších protokolových vrstev.

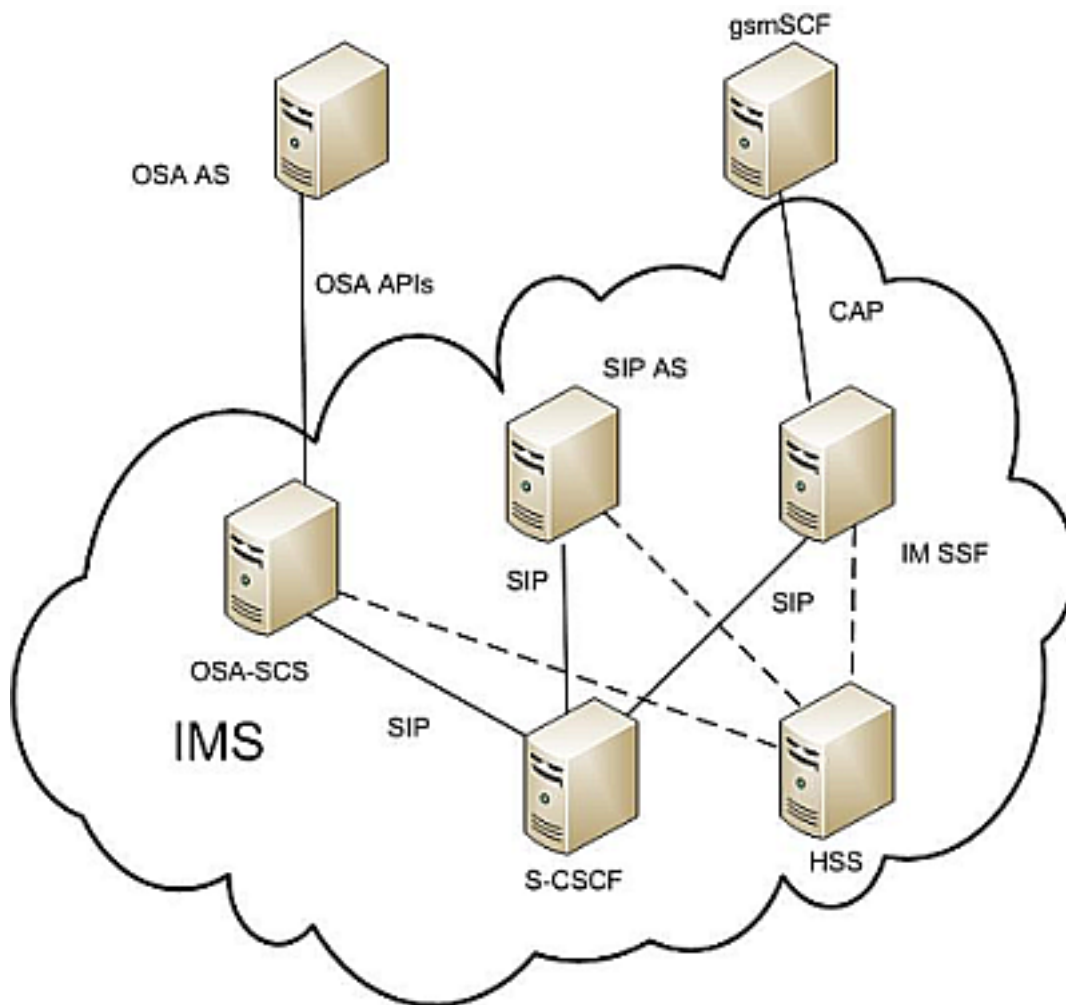
### 1.2.5 AS (Application Servers)

Aplikační server je SIP entita a poskytuje aplikační služby. AS komunikují s CSCF protokolem SIP a s HSS protokolem Diameter. IMS doména podporuje více aplikačních serverů pro různé služby. Na obr.1.3 jsou znázorněny typy jednotlivých AS.

SIP AS (SIP Application server) – je nativní AS server, který poskytuje a spravuje IMS služby založené na SIP. Očekává se, že nové moderní IMS služby budou přímo vyvíjeny v SIP AS.

OSA-SCS (Open Service Access–Service Capability Server) – tento aplikační server poskytuje API rozhraní pro komunikaci s ostatními sítěmi.

IM-SSF (IP Multimedia Service Switching Function) – specializovaný aplikační server povoluje opětovné použití CAMEL (Customized Application for Mobile network Enhanced Logic) služeb, které jsou vyvinuty pro GSM v IMS. IM-SSF povoluje gsmSCF (GSM service control function) ke kontrolování IMS spojení. IM-SSF



Obr. 1.3: Typy AS serverů

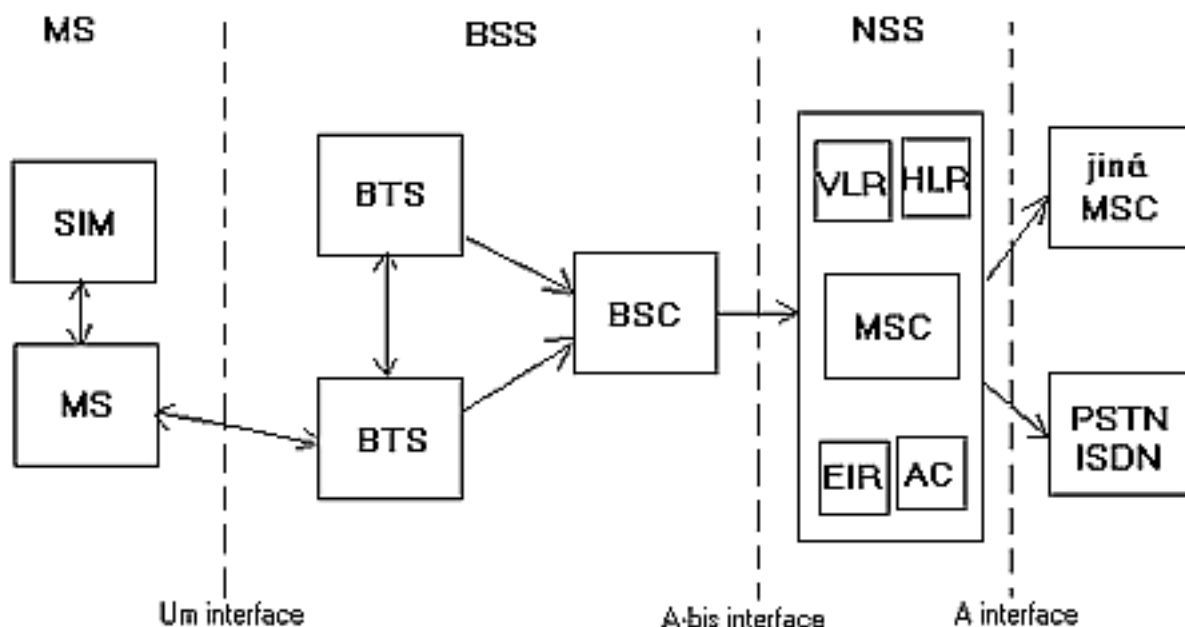
běží jako aplikační server na jedné straně (rozhraní S-CSCF pomocí SIP) a na druhé straně běží jako SSF (Service switching Function).

## 2 VÝVOJ IMS Z GSM SÍTĚ

Skupina GSM (Global System for Mobile Communication) byla založena v roce 1982. Od analogové telefonní sítě se liší tím, že hovorové a signalizační kanály jsou digitální. Samotná GSM síť je buňkového typu, či-li mobilní telefony se připojují do sítě pomocí nejbližší buňky.

### 2.1 Architektura GSM sítě

Síť za systémem GSM je rozdělena do několika sekcí. Tyto sekce jsou znázorněny na obr.2.1



Obr. 2.1: GSM síť

#### 2.1.1 Mobilní stanice (MS)

Mobilní stanice se skládá ze dvou částí a to ze SIM karty (Subscriber Identity Module) a samotného mobilního telefonu.

SIM karta - obsahuje informace o uživateli, seznam tel. čísel, seznam uložených SMS zpráv, prostě vše co zajistí uživateli přihlášení do GSM sítě. SIM lze použít v jakémkoliv mobilním telefonu, kromě těch které si operátor blokuje pouze na svou síť.

Mobilní telefon je identifikován IMEI (International Mobile Equipment Identity) číslem. SIM karta obsahuje IMSI kód (International Mobile Subscriber Identity),

tajný klíč a ostatní uživatelské informace. SIM může být ještě chráněna PIN kódem (Personal Identification Number), který je její základní ochranou. EMEI kód se nejčastěji používá při odcizení mobilního telefonu a to tak, že operátor zapíše tento kód na svůj Black List (seznam kradených telefonů) a pak takový pokus telefonu o přihlášení do sítě skončí neúspěšně.

### 2.1.2 Systém základnových stanic (BSS)

Systém základnových stanic tvoří základnové stanice (BTS - Base Transceiver Station) a základnová řídicí jednotka (BSC - Base Station Controller)

Systém základnových stanic (BSS) řídí pomocí radioreleových spojů jednu nebo více BTS stanic. BSS zajišťuje přidělování radiových kanálů i dynamické přidělování kanálů během komunikace a předávání hovorů mezi BTS v případě že se pohybujete.

### 2.1.3 Síťový podsystém (NSS)

Hlavní komponentou je mobilní spínací ústředna (MSC), která zajišťuje funkci telefonní ústředny.

Základní funkce: registrace v síti, ověřování, lokalizace polohy, směrování hovorů, roaming a spojení mezi pevnou sítí.

- Domovský lokační registr - (HLR - Home Location Register) - databáze uschovávající všechny informace o účastnících "domovské" oblasti této HLR. Jsou to informace o předplacených službách. Existuje pouze jedna HLR na GSM síť.
- Návštěvnický lokační registr - (VLR - Visitor Location Register) - obsahuje vybrané informace z HLR nezbytné pro řízení hovorů těch mobilních stanic, které se právě pohybují v dané geografické oblasti spravované danou MSC.
- Registr mobilních stanic - (EIR - Equipment Identity Register) - databáze, která obsahuje seznam všech platných mobilních telefonů celé sítě, kde je každý účastník identifikován pomocí IMEI čísla.
- Autentifikační centrum - (AuC - Authentication Center) - je chráněná databáze, která obsahuje kopii tajných klíčů, která jsou uložena na SIM kartě a které se používají při přihlášení do sítě.

## 2.2 Pracovní módy GSM

GSM má dva typy pracovních módů – přepínání paketů a přepínání okruhů.

## 2.2.1 GSM síť a přepínání okruhů

Fáze sestavení spojení (přepínání okruhů) Dříve než dojde k přenosu dat nebo než je schopen účastník hovořit, přistupuje síť ke krokům, které vedou k vytvoření spojení. Po přenosu informace je samozřejmostí spojení ještě zrušit. Jednotlivé fáze jsou tedy následující:

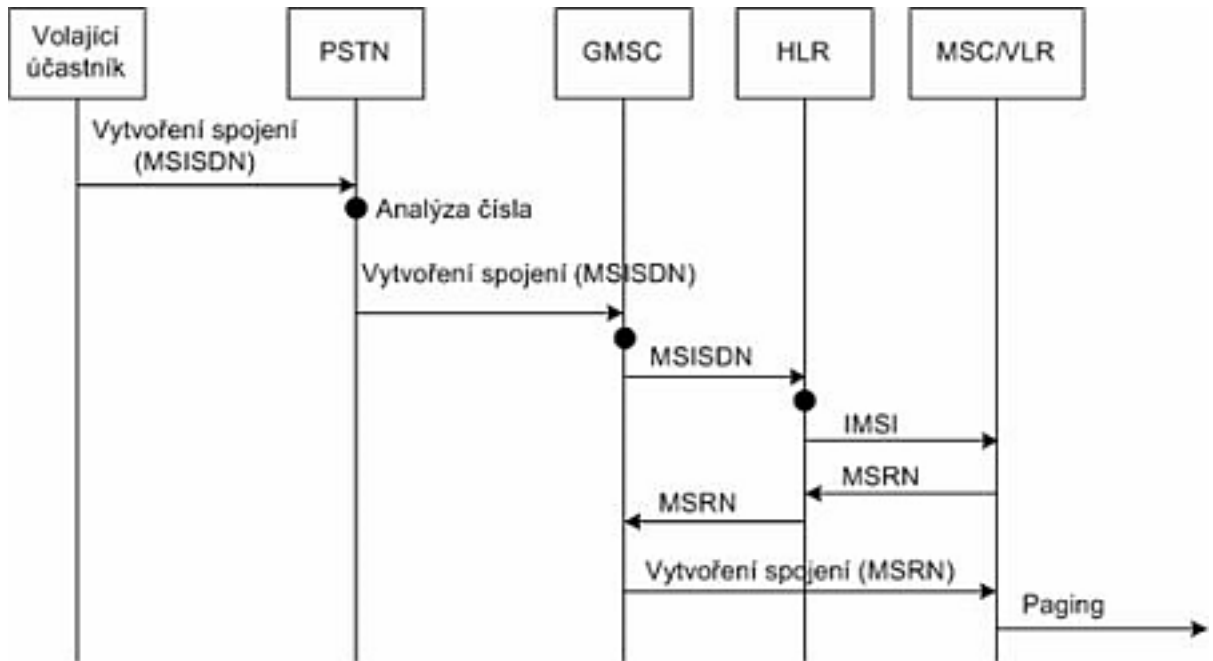
1. sestavení radiového spojení se sítí – cílem je navázat radiové spojení mezi UE přes BS dále na RNC.
2. důvod komunikace – UE vysílá kód požadované služby. Tato informace se dostává přes BS k RNC, který ji posílá dál k MSC.
3. autentifikace a kódování - na základě identifikace obdržené z UE je terminálu následně povolen, nebo zamítnut přístup do sítě (respektive je zamítnuta požadovaná služba). Po skončení fáze ověřování totožnosti MSC/VLR dává příkaz ke kódování spojení v přístupové síti.
4. sestavení přenosového okruhu – na základě analýzy cílového čísla dochází k postupnému směřování k cílovému terminálu.
5. přidělení přenosového okruhu – volající účastník je informován (vyzváněcí tón) o dosažitelnosti volaného účastníka. V případě, že se volaný účastník přihlásí, dochází k přidělení přenosové cesty a následuje hovor a spouští se procedury pro účtování.
6. hovor – propojení účastníků a účtovací procedura
7. rozpojení přenosového okruhu – ukončení hovoru je oznámeno ukončovacím tónem
8. uvolnění přenosového okruhu – telefonní čísla účastníků jsou opět přístupná a jednotlivé terminály jsou uvolněny
9. rozpojení radiového spojení – je rozpojeno mezi UE přes BS dále na RNC

Pro začátek uvažujme jednodušší situaci - volající je účastníkem pevné sítě a volá do sítě celulární. Při navazování spojení dochází k následujícím akcím a přenosu těchto informací:

1. Volající v pevné síti vytočí číslo mobilní stanice (to může být v národním nebo mezinárodním tvaru). Vytočené číslo je nazýváno MSISDN (Mobile Station International Subscriber Directory Number).

2. Ústředna v pevné síti analyzuje číslo a následně směřuje hovor do mobilní sítě, ve které je volaný účastník registrován. PSTN identifikuje mobilní síť na základě NDC a směřuje hovor do nejbližší přípojné radiotelefonní ústředny (GMSC - Gateway Mobile Switching Centre) mobilní sítě.
3. GMSC opět analyzuje MSISDN. Výsledkem analýzy je získání HLR adresy, která přísluší volanému účastníkovi. GMSC následně posílá dotaz do příslušného registru HLR.
4. HLR analyzuje dotaz a na základě MSISDN ze své databáze určí polohu volaného – obsahuje informaci, ve které databázi VLR je právě volaný uživatel registrován. Nyní bych chtěl podotknout, že HLR je pouze databáze – ke spojení hovoru je zapotřebí ústředna (MSC). A právě ústředna využívá databázi HLR a VLR k navázání spojení. V databázi HLR je kromě čísla MSISDN uloženo ještě IMSI, které rovněž identifikuje účastníka. V HLR je IMSI asociováno s MSISDN a HLR tak může lokalizovat účastníka. Na první pohled se zdá zbytečné používat k identifikaci dvě čísla. Vezměme případ, že použijeme k identifikaci pouze MSISDN. Při registraci několika účastníků z různých zemí v jedné databázi VLR budou jejich MSISDN různě dlouhá a databáze by tudíž musela obsahovat ještě informace o délce MSISDN. Při použití dvou čísel k identifikaci odpadá tato starost, protože IMSI je pro všechny účastníky stejně dlouhé.
5. HLR po dotazu, jestli je volaný účastník opravdu přítomen v příslušné VLR, směřuje další dotaz do cílové MSC/VLR. Tímto krokem se snaží síť vyhnout např. tomu, že by volaná MS byla vypnuta.
6. Po obdržení žádosti o spojení cílová MSC/VLR vygeneruje dočasné číslo MSRN a asociuje ho s IMSI.
7. MSRN je následně vysláno zpět do HLR a značí, že cílová ústředna MSC/VLR je schopna navázat spojení. MSRN je následně posláno ještě do GMSC, které inicializovalo spojení.
8. Jakmile GMSC obdrží zprávu obsahující MSRN, analyzuje ji, identifikuje oblast, ve které se nachází volaný účastník a následně probíhá směřování hovoru do cílové MSC/VLR.
9. Cílová MSC/VLR obdrží znovu dočasné číslo (MSRN), nyní však už směřuje hovor k volanému účastníkovi.

Jednotlivé kroky při navazování spojení lze jednoduše znázornit tak, jak ukazuje následující obrázek 2.2



Obr. 2.2: Přepínání okruhů v GSM

### 2.2.2 GSM síť a přepínání paketů

Doposud se pro každý přenos po rádiovém rozhraní vyhrazoval speciální kanál (timeslot) resp. více kanálů. Jelikož sestavení tohoto kanálu v celé síti GSM trvá nějakou dobu (několik sekund), je neefektivní tyto kanály stále rozpojovat a sestavovat podle okamžité potřeby přenosu dat. Doposud se také při každém připojení na Internet znovu ověřuje jméno a heslo a přiřazuje nová IP adresa.

GPRS tento způsob zcela mění. Tato technologie umožňuje tzv. „paketový přenos“, kdy jsou data v síti GSM přenášena podobným způsobem, na který jsme zvyklí z běžných počítačových sítí. K přenosu po nejnižší (fyzické) vrstvě tedy dochází pouze tehdy, pokud je co přenášet. Díky tomu dochází k efektivnějšímu využití přenosové kapacity oproti okruhovým technologiím, kde bylo nutné přenosovou kapacitu blokovat i v případě, že se nic skutečně nepřenášelo. Při typickém způsobu využívání datových přenosů to byla bohužel většina času. Způsob práce pro uživatele je podobný práci s připojením v běžné lokální počítačové síti.

Do sítě je především třeba začlenit několik zcela nových prvků, které vytvářejí relativně samostatnou infrastrukturu pro GPRS přenosy. Prvním z prvků je SGSN (Serving GPRS Support Node), který obsluhuje všechny uživatele v jeho dosahu (resp. v dosahu připojených základnových stanic). Zajišťuje směrování paketů uvnitř sítě, provádí ověření uživatele, šifrování, kontrolu IMEI, lokalizuje uživatele a další související záležitosti. Druhým prvkem je GGSN (Gateway GPRS Support Node). Tento prvek se stará o předávání paketů mezi sítí GSM a vnější sítí Internetem, ale

třeba i sítím X.25 anebo k LAN síti uživatelů. Tento prvek zajišťuje směrování dat ke správnému uzlu SGSN a spravuje síťové adresy uvnitř sítě. Mezi uzly SGSN a GGSN jsou data zasílána protokolem GTP (GPRS Tunneling Protocol), který pracuje nad protokoly TCP/IP. Dále je třeba do sítě začlenit zařízení, které zajišťuje tarifkaci GPRS přenosů.

Kromě přidání těchto nových prvků je třeba ještě upravit funkci mnoha stávajících prvků. Největší změny se týkají základnových stanic, kde je třeba doplnit protokoly pro přenos paketů a přidat rozhraní, které je schopno alokovat timesloty pro přenos (u běžných hovorů tuto činnost zajišťuje BSC). Do BSC jsou také doplněny další zařízení pro lokalizaci uživatelů a kontrolu přenášených paketů. Dílčí úpravy jsou také na ústřednách, HLR i VLR.

U GPRS lze použít pro přenos více timeslotů současně. I zde bude vznikat více typů terminálů, které se budou lišit počtem současně použitelných timeslotů. Tyto timesloty však nejsou nijak rezervovány. Počet přenosových kanálů je proměnlivý a technologie GPRS optimálně využívá kapacity sítě.

Tarifkace v GPRS se uskutečňuje na základě objemu stažených dat.



### 3 IMS POŽADAVKY

Jelikož služby GSM jsou již „zastaralé“ a uživatelsky nepohodlné, tak se vytvořily snahy o větší kvalitu služeb a hlavně jejich rozšíření i do jiných sfér komunikace, než jen volání mezi dvěma uživateli.

Novinky v IMS jsou:

- Kombinuje poslední technologické trendy
- Vytváří přístupnější mobilní internet
- Vytváří veřejné platformy pro vývoj různých multimediálních aplikací
- Vytváří mechanismy k zavádění záloh při užití komunikaci s mobilním spínáním okruhů.

Požadavky, které vedly k návrhu 3GPP IMS:

- Podpora pro sestavení IMS spojení
- Podpora mechanismů vyjednávajících QoS (Quality of service)
- Podpora pro spolupráci mezi internetem a okruhově spínanými sítěmi
- Podpora roamingu
- Podpora rozsáhlejší kontroly systému předepsané operátorem s respektem k službám dodaných koncovému uživateli

## 4 KLÍČOVÉ PROTOKOLY IMS

IMS se skládá z mnoha prvků o různých funkcích a proto také probíhá komunikace mezi nimi s různorodými protokoly. Nejdůležitějšími z nich jsou Diameter, SIP a RTP. Základní vlastnosti a funkce jsou popsány v následujících kapitolách.

### 4.1 Protokol Diameter

Diameter je AAA protokol <sup>1</sup> používaný pro přístup k síti nebo pro IP mobilitu. Hlavní koncept tvoří základní protokol, který může být rozšířen pro poskytování AAA služeb novým přístupovými technologiemi. Může pracovat jak lokálně tak i v roamingu.

### 4.2 SIP (Session Initiation Protocol)

Architektura SIP je řešení VoIP založené na hlavním signalizačním protokolu SIP, který vyvinula organizace IETF. Protokol SIP slouží k sestavení, modifikaci a ukončení relací mezi dvěma a více účastníky v IP sítích. SIP je textově orientovaný protokol využívající principy známé z internetových protokolů HTTP. Je to protokol typu klient – server. Často jedno zařízení (například telefonní přístroj) může současně pracovat jako klient i server (tzv. agent). Jedná se o aplikační protokol, takže pro úspěšnou realizaci služeb vyžaduje spolupráci s nižšími vrstvami. Zejména protokoly SDP (Session Description Protocol), SAP (Session Announcement Protocol), RTSP (Real-Time Streaming Protocol), protokoly pro řízení bran MGCP (Media Gateway Control Protocol) a MEGACO (MEdia GAteway Control Protocol) a protokoly pro přenos multimediálních dat RTP (Real-time Transport Protocol) a RTCP (Real-time Transport Control Protocol).

#### 4.2.1 Architektura SIP

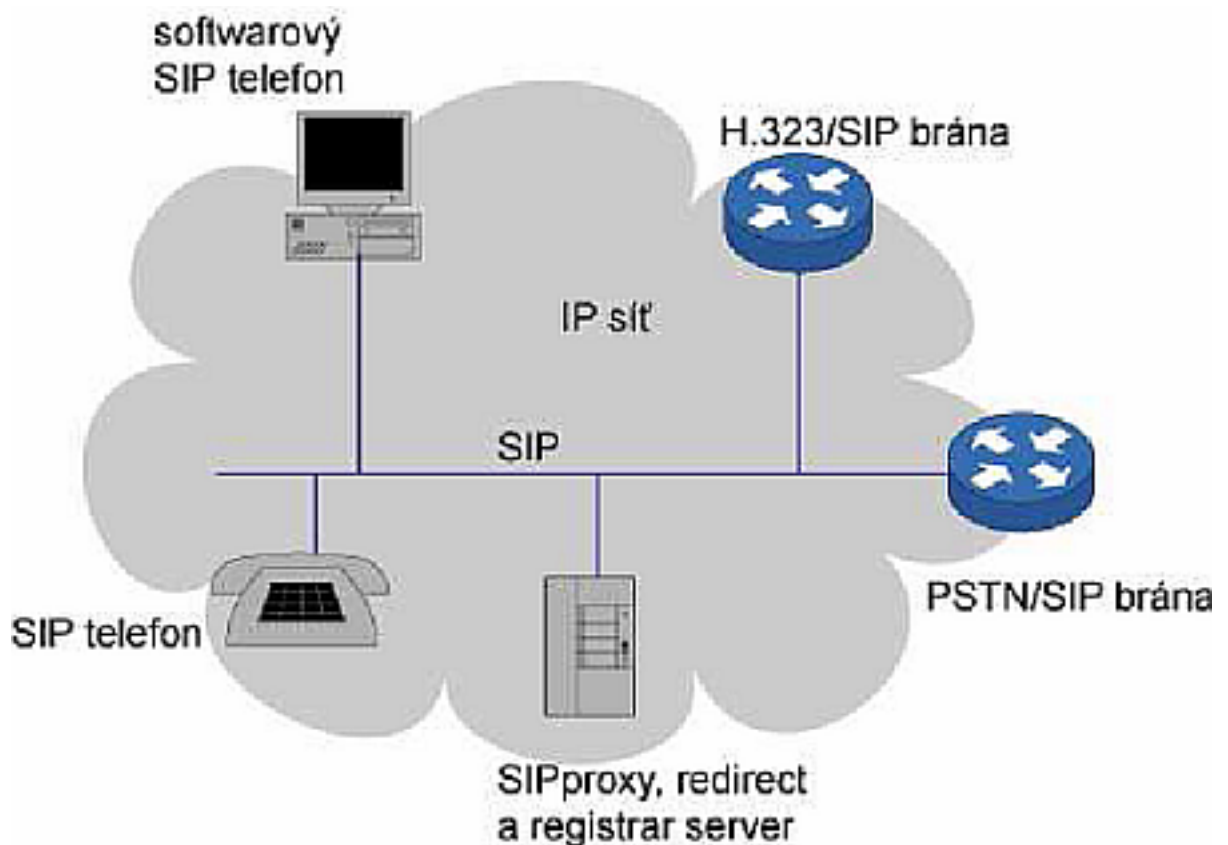
Základními prvky sítě používanými protokolem SIP jsou:

- User Agent – UA Client, UA Server - UAC je část vysílající žádosti a přijímající odpovědi - UAS je část přijímající žádosti a odesílající odpovědi
- SIP server – Proxy, Registrar, Redirect, Location
- SIP Proxy – analyzuje zprávy, přeposílá je, přepisuje jejich hlavičky

---

<sup>1</sup>authentication, authorization and accounting

- Redirect Server – vyhledá pro UA kontakt na alternativní URI
- Registrar Server – přijímá žádosti REGISTER od UA
- Location Server – uchovává informace o umístění klientů a případně i dalších SIP Proxy



Obr. 4.1: Příklad SIP architektury

#### 4.2.2 Metody SIP

Mezi jednotlivými UA agenty, serverem a dalšími prvky probíhá komunikace pomocí výměny zpráv definované v [3]

- INVITE provádí inicializace spojení nebo změna parametrů
- ACK tato zpráva potvrzuje přijetí odpovědi na žádost INVITE.
- BYE ukončení spojení
- CANCEL zrušení sestavovaného spojení

- REGISTER registrace, informace o aktuální IP adrese a portu, na kterém může být uživatel zastižen
- OPTIONS je žádost o zaslání schopností (vlastností)

### 4.2.3 Odpovědi SIP

Odpovědi jsou reakce na jednotlivé metody. Mají formát trojčíselného kódu převzatého z OS Unix a jsou rozděleny do šesti skupin [4].

- 1xx - jsou informativní odpovědi, které jsou odeslány na žádosti, které již byly přijaty, ale výsledek zpracování není ještě znám
- 2xx - jsou pozitivní finální odpovědi. Je to poslední odpověď, kterou odesílatel na svou žádost dostává. Vyjadřují výsledek konkrétního zpracování.
- 3xx - přesměrování – tyto odpovědi dávají informaci o nové poloze uživatele nebo alternativní službě, která má být konečná. Odpovědi 3xx jsou konečné.
- 4xx - chyba. Odpovědi řady 4xx jsou negativní konečné odpovědi a znamenají problém na straně odesílatele. Žádost nemohla být zpracována, protože obsahuje chybnou syntaxi
- 5xx - chyba na straně serveru. Žádost je v pořádku, ale server selhal při zpracování a klient by měl požadavek zkusit znovu
- 6xx - tento kód je vysílán, pokud žádost nemůže být splněna na žádném serveru

### 4.2.4 Struktura zpráv

Hlavičky mají stejný tvar jako například v protokolech HTTP nebo SMTP, tedy jméno hlavičky, dvojtečka a hodnota.



Obr. 4.2: Tvar zprávy

```
INVITE sip:ty@tam.cz SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 195.113.147.120:1912
Date: Tue, 17 Apr 2001 10:56:34 GMT
From: <sip:ja@tady.cz>
To: <sip:ty@tam.cz>
Subject: Hovor 1
Priority: normal
Expires: 3600
CSeq: 1691095645 INVITE
Call-ID: 884664559@195.113.147.210
Contact: <sip:ja@195.113.147.120:5060>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 143
v=0
o=ja 987504994 987504994 IN IP4 195.113.147.120
s=Hovor 1
c=IN IP4 195.113.147.120
t=3196493794 3196497394
m=audio 10000 RTP/AVP
```

Obr. 4.3: Ukázková zpráva protokolu SIP

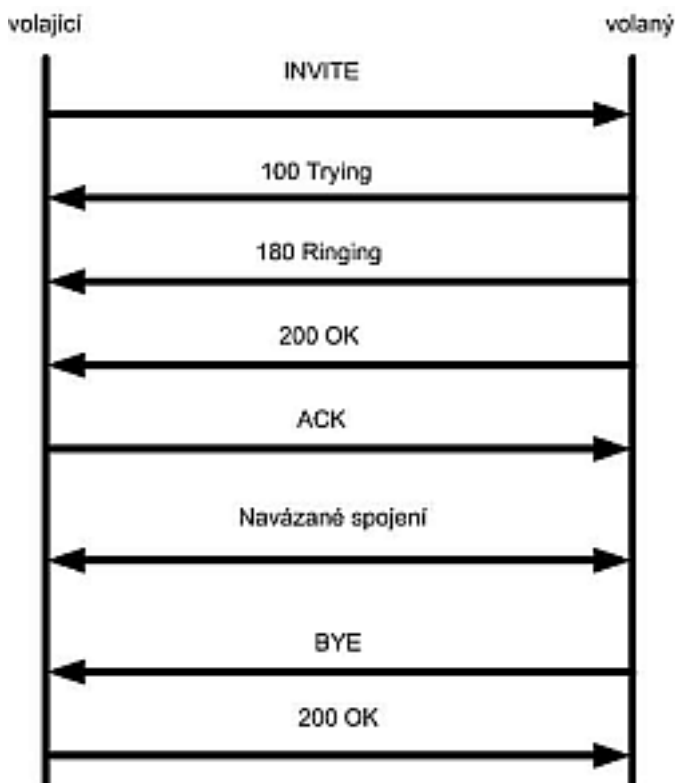
Význam nejdůležitějších funkcí je následující[5]:

- **Call-ID** - Identifikace hovoru nebo registrace, kterou pro každý hovor resp. registraci vygeneruje klient. Následující žádosti INVITE, které pouze mění parametry již existujícího hovoru mají stejnou hodnotu Call-ID jako původní žádost INVITE, ale vyšší hodnotu CSeq.
- **Contact** - SIP adresa, na které může být uživatel posílající tuto hlavičku příště dosažitelný, používá se například v odpovědi redirect serveru.
- **CSeq** - Pořadové číslo žádosti v rámci jednoho hovoru. Je-li stejná žádost opakována, protože na ní nepřišla odpověď, má stejnou hodnotu CSeq. Následné žádosti INVITE pro stejný hovor posílané pro změnu parametrů existujícího hovoru mají vždy vyšší hodnoty CSeq.
- **From** - Původní odesílatel žádosti, tedy volající uživatel nebo uživatel provádějící registraci (buď své adresy nebo adresy někoho jiného).

- **To** - Volaný uživatel nebo adresa, která má být registrována na registrar serveru.
- **Via** - Každý proxy server směřující žádost vloží svoji adresu na začátek této hlavičky. Při přenosu odpovědi zpět servery opět své adresy vyjmají. Proxy server musí vždy ověřit, zda následující adresa, na kterou posílá žádost již není v této hlavičce. Tím se zabrání smyčkám.

#### 4.2.5 Komunikace SIP

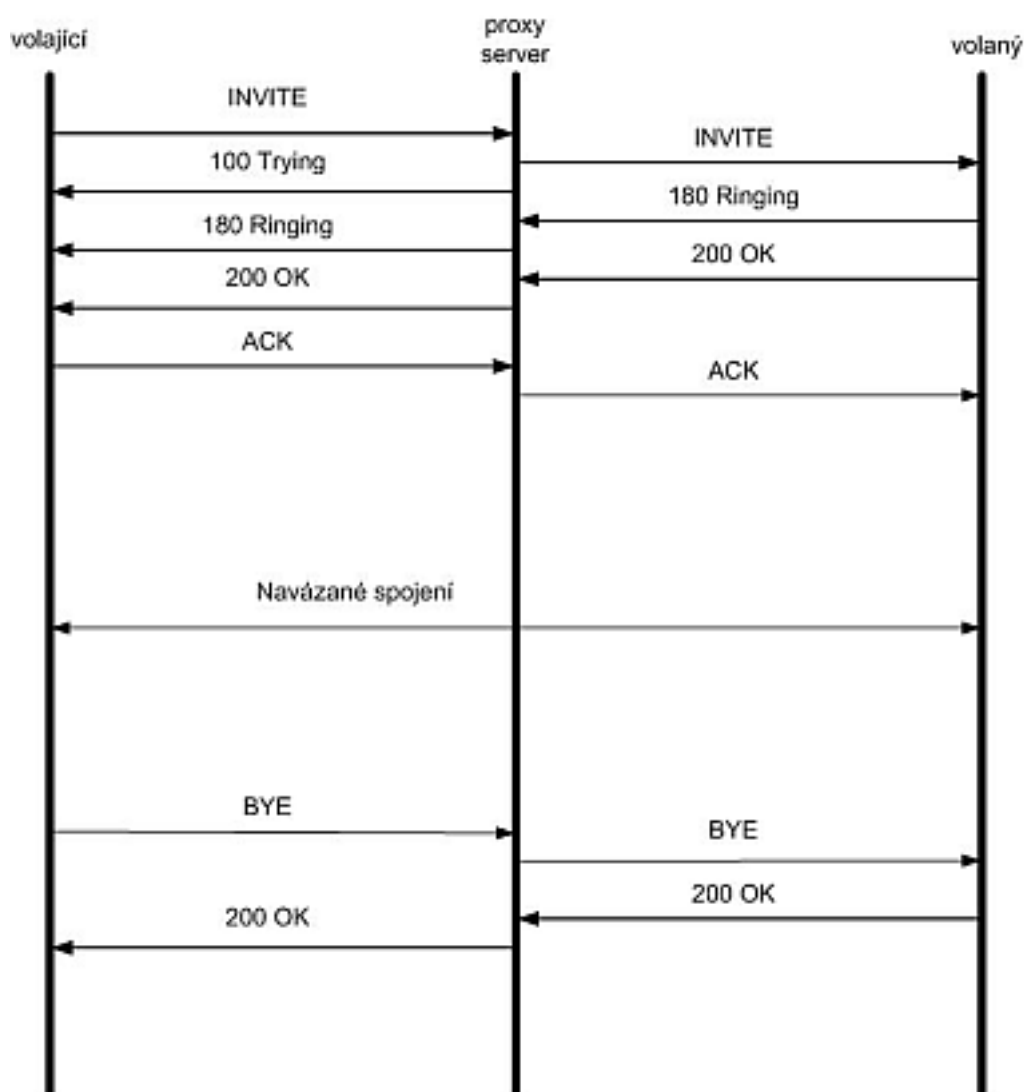
Volající účastník vyzívá metodou **INVITE** volaného. Volaný zprávu přijme a odešle metodu **100 TRYING**, která znamená, že pozvání se vyřizuje. Mezitím, pokud volaný na vyzvání kladně reaguje, odešle zprávu **RINGING**, tzn. Vyzváněcí tón a zároveň pošle zprávu **200 OK**, čímž pozvání potvrzuje. Volající přijímá vyzváněcí tón a jako odpověď posílá zprávu **ACK** (Acknowledge). Samotná komunikace probíhá pomocí protokolu RTP, který je popsán v další části. Ukončení komunikace probíhá zprávou **BYE** a jejím následným potvrzením **200 OK** druhé strany.



Obr. 4.4: Přímá komunikace

Komunikace se může také uskutečňovat pomocí SIP či proxy serveru. Průběh komunikace je podobný jako u přímého volání, jen rozdíl je v tom, že veškeré zprávy

nejprve převezme proxy server, který na ně reaguje odpovídajícím způsobem a přeposílá je danému účastníkovi. Příklad takové komunikace je uveden na obr.4.5.



Obr. 4.5: Komunikace SIP pomocí proxy serveru

#### 4.2.6 Registrace účastníka

Registrace je další běžná operace pro protokol SIP. Právě pomocí registrace se server dozvěděl aktuální IP adresu volaného (ten se může libovolně přemísťovat, tzn. měnit IP adresu). Při inicializaci a pak v pravidelných intervalech odesílá telefon volaného zprávy REGISTER svému registračnímu serveru – SIP registrar (často se jedná o stejný program, jako je proxy server). Registrar si v databázi (location service) připojí k volané SIP adrese (sip:volany@xxx.cz) adresu konkrétního stroje, na kterém je volaný právě přihlášený (získána z hlavičky Contact). Toto provázání (binding) je

pak využito proxy serverem pro směrování. Bob se může přihlásit z více zařízení za využití rozdílných IP adres, ale stejné SIP adresy. Proxy server pak vyzkouší všechny registrace, které si vyžádal od registračního serveru [5].

## 4.3 RTP - Real-time Transport Protocol

Protokol zajišťující podporu pro koncové multimediální přenosy v reálném čase. Nezaručuje doručení dat ani správné pořadí jednotlivých paketů (to záleží na momentálních možnostech sítě), ale definuje jejich pořadová čísla, podle kterých mohou multimediální aplikace rozpoznat chybějící pakety. Zakládá se na synchronizaci časového přenosu a zjištění ztráty nebo nesprávného pořadí dat. RTP nejčastěji používá protokol, ale může využít i jiné protokoly. Bezpečnou variantu RTP představuje protokol SRTP (Secure Real-time Transport Protocol), specifikovaný v RFC 3711.

RTP protokol byl navržen jak pro individuální tak skupinové přenosy, pro jednosměrný i obousměrný přenos. Je tedy použitelný pro aplikace videokonference i pro IP telefonii, používají ho protokoly SIP i H.323.

### 4.3.1 Architektura RTP

Vytvoření RTP spoje je vlastně asociace skupiny aplikací, komunikujících s RTP. Spoj je identifikován síťovou adresou a párem portů. Jeden port je určen pro přenos dat a druhý port je určen pro RTCP data.

Účastníkem je jeden stroj, hostitel nebo uživatel účastníci se spojení. Účastí ve spojení může být jednak pasivní příjem dat, vysílání dat nebo dokonce obojí, tj. příjem i vysílání.

Každý rozdílný typ dat je přenášen jiným spojem. Například, pokud je při videokonferenci přenášen zvuk i obraz zároveň, je jeden spoj určen pro přenos audio dat a druhý spoj pro přenos video dat. To umožňuje účastníkovi výběr typu dat, který chce přijímat, např. pokud je někdo v místě s nízkou šířkou pásma, může zvolit pouze příjem audio dat z konference.

Elementem RTP protokolu jsou pakety, které se vyměňují mezi jednotlivými uzly sítě. Stavba takového paketu je zobrazena na obr.4.6



V	P	X	M	Typ dat	Pořadové číslo
Časová značka					
Identifikátor zdroje					
DATA					

Obr. 4.6: Stavba RTP paketu

Prvních 12 bajtů je hlavička a je přítomna v každém RTP paketu. Po hlavičce pak následuje tzv. payload, která nese samotná data (zvuk, obraz...). Na konci může být přítomno několik bajtů pro padding.

Význam jednotlivých bloků je následující:

- Verze protokolu V (Version) - (u RFC 3550 je  $V = 2$ )
- Informace o obsahu uživatelských dat P (Padding) – informace o přidání výplně, délka výplně je uvedena v posledním bajtu datové části. Je-li tento bit nastaven na 1, jsou v paketu použity další bajty, které nejsou součástí užitečných dat (payloadu). Poslední bajt zarovnaní určuje celkový počet bajtů, které mu předcházejí a mají být ignorovány (včetně jeho). Padding je nutný pro některé šifrovací algoritmy.
- Rozšiřovací bit X (eXtension) – Je-li nastaven na 1, po hlavičce následuje právě jedno rozšíření hlavičky podle dané struktury.
- Značka M (Marker) – bit pro hlasovou a video komunikaci. U hlasové komunikace se bit M využívá pro označení prvního paketu po vynechání. Zvýrazňuje důležité události (hranice paketu, ...)
- Typ dat (Payload type) – obsahuje kód typu přenášených dat, resp. kódovací metodu pro audio/video, většinou jejich kodeku (PCMU = 0, PCMA = 8)
- Pořadové číslo (Sequence number - 16 bitů) – pořadové číslo datového segmentu. Zajišťuje číslování paketů. Zvyšuje se po jedné s každým odeslaným paketem. Umožňuje aplikaci detekovat doručení paketu mimo pořadí nebo ztrátu paketu, případně rekonstruovat pořadí. Úvodní hodnota má být náhodná z důvodů zabezpečení.

- Časová značka (Time Stamp) – vyjadřuje okamžik vzniku prvního vzorku uvedeného v datové části. Časová značka je nejčastěji vyjádřena násobkem vzorkovací periody. Udává okamžitý čas pro první bajt v paketu. V aplikaci využívající pevných intervalů v záznamu zvuku se většinou nastavuje nárůst hodnoty podle periody záznamu. Pro synchronizaci zdrojů je dobré nastavit tzv. referenční čas (wallclock time). Údaj o synchronizačním zdroji se nepřenáší trvale, ale jen jednou za čas v RTCP SR paketu. Čas se potom využívá pro výpočet jitteru a tedy pro určení QoS.
- Identifikátor zdroje (Synchronization Source Identifier - SSRC) – náhodné číslo jednoznačně identifikující zdroj. Číslo by mělo být zvoleno náhodně, ale tak, aby v jedné relaci nebyla 2 stejná čísla. Při změně transportní adresy by se rovněž mělo změnit SSRC.

## 4.4 RTCP - Real-time Transport Control Protocol

Jelikož RTP neposkytuje žádný mechanismus na zajištění doručení, včasného doručení paketů, ani pro doručení paketů ve správném pořadí je doručování paketů monitorováno pomocí podpůrného řídicího protokolu RTCP. Tyto dva protokoly jsou často brány dohromady a označovány jako RTP/RTCP.

RTCP spolupracuje s protokolem RTP. Používá periodické vysílání paketů od každého účastníka relace RTP všem ostatním účastníkům za účelem řízení výkonnosti a pro diagnostické účely. RTCP pomáhá RTP monitorovat doručení dat v rozsáhlých sítích se skupinovým vysíláním. Monitorování pomáhá příjemci detekovat ztrátu paketů a provést kompenzaci kolísání zpoždění v síti. RTCP používá UDP port o jedničku vyšší než používá RTP.

RTCP vytváří zpětnou vazbu mezi účastníky relace protokolu RTP, ve které periodicky probíhá výměna RTCP paketů. RTCP pakety obsahují informace, podle kterých může strana vysílající multimediální proud dynamicky měnit např. rychlost přenosu na základě požadavků strany přijímající. Protokol RTCP tak poskytuje služby řízení toku a kontroly zahlcení sítě.

## 5 QUALITY OF SERVICES – QoS

Jelikož přenos obrazu i zvuku je náročný na stabilitu a spolehlivost, musí být součástí také služba, která nám zajistí spolehlivý přenos či jinak zabezpečí omezení možnosti ztráty paketů. Podle [9] bude v následující kapitole popsána QoS.

Síťové služby rozdělujeme z hlediska jejich požadavků na kvalitu služeb do dvou velkých tříd:

- služby nebo aplikace, které jsou citlivé na zpoždění vzniklé během přenosu
- aplikace citlivé na ztrátu paketů.

Příkladem aplikace, která spadá do třídy první, je např. internetová telefonie, kde je potřebné zabezpečovat určité ne příliš velké zpoždění přenášených dat, protože v opačném případě dochází k velmi nepohodlnému a velmi rušivě působícímu rozhovoru dvou komunikujících osob.

Příkladem aplikace druhé velké třídy je služba ftp (file transfer protocol), která slouží pro přenos souborů mezi vzdálenými počítači, a u které je nutné, aby v žádném případě nedocházelo ke ztrátám přenášených paketů, protože jinak by došlo k poškození obsahu souboru.

Kromě těchto dvou jevů – zpoždění a ztráty paketů se v sítích vyskytují i další jevy, které charakterizují kvalitu provozovaných služeb v sítích. Jsou to příjem paketů mimo pořadí v důsledku jejich přeuspořádání v síti a zdvojení paketů. Protože se vyskytují méně často než předcházející dva jevy a při zavedení určitých opatření je možné zcela eliminovat, jsou z hlediska kvality služeb méně důležité.

### 5.1 Zpoždění paketů

Čas, který uplyne mezi vysláním a příjmem paketu se nazývá celkovým zpožděním paketu (end-to-end delay). Zohledňuje čas potřebný k přenosu paketu z vysílací stanice do přijímače a zpět.

Složky se podílející na celkovém zpoždění přenášených paketů jsou:

- propagační zpoždění (propagation delay), které závisí zejména na fyzické vzdálenosti mezi komunikujícími stranami a méně na použitém komunikačním prostředí (vedení). Změna síťové cesty během spojení se vyskytuje jen ojediněle; pokud se to stane, a výrazně se nezmění délka síťové cesty, nemění se výrazně ani hodnota propagačního zpoždění.
- přenosové zpoždění (transmission delay) je definováno jako čas, který je potřebný síťovému rozhraní pro vyslání paketu na přenosové médium. Například

ve směrovačích musí být každý přicházející paket uložen do vyrovnávací paměti a teprve poté je vyslán na odpovídající port směrovače.

- proměnné zpoždění (jitter) je způsobeno např. směrovači nebo i samotnými komunikujícími koncovými zařízeními, pokud je dočasně překročen počet přicházejících paketů, které umí zařízení v daném momentu zpracovat. Toto zpoždění závisí zejména na průměrné hodnotě počtu přijatých paketů a na statistických vlastnostech procesu příchodu paketů. V současné síti Internetu je již obtížné se setkat se zpožděním větším než jedna sekunda. To z toho důvodu, že směrovače v páteřních sítích nemohou ani dočasně uchovávat tak velké množství dat, které přichází během jedné sekundy, a proto v případě kritického zatížení sítě jsou pakety raději zahozeny než zpožděny.

Kromě těchto druhů zpoždění, které jsou způsobeny síťovými prostředky, existuje i další typ zpoždění. Způsobí ho buď samotný operační systém nebo aplikace, která přijímaná data zpracovává. Zpoždění v důsledku zpracování dat vzniká např. výpočtově a tedy i časově náročnými transformacemi při kompresi nebo prediktivním zpracováním obrazových a zvukových rámců, kdy je potřebné znát k zobrazení nejen okamžitý rámeček, ale i v čase následující.

## 5.2 Ztráta paketů

V aplikacích plynulých médií pro charakterizaci kvality služeb rozlišujeme dvě složky ztráty paketů: pakety, které nedorazí nikdy a pakety, které dorazí příliš pozdě na to, aby mohly být zpracovány multimediálními aplikacemi. Důvodem ztráty paketu může být zahození paketu při přeplnění vyrovnávací paměti směrovače nebo při detekci poškozeného obsahu paketu na základě kontrolního součtu v jeho hlavičce. Z těchto dvou zmiňovaných příčin dominuje v praxi u většiny typů spojení přetečení vyrovnávací paměti, až na bezdrátové připojení k síti, kde se vyskytuje vysoká bitová chybovost a tudíž poškození obsahu paketu.

Aplikace pracující s plynulými médii jsou citlivé nejen na ojedinělé ztráty paketů, ale samozřejmě i na shluky ztracených paketů. Je však zajímavé, že shluky ztracených paketů působí méně nepříjemně na pozorovatele než když se stejný počet ztracených paketů rozprostře na větší počet zvukových a obrazových snímků. Příčina tohoto jevu spočívá pravděpodobně v existenci těsné vazby mezi zvukovými a obrazovými pakety.

## 5.3 Příjem paketů mimo pořadí

Během přenosu po síti někdy nastane situace, že pakety nedorazí do přijímací stanice ve stejném pořadí v jakém byly vyslány. V tomto případě pravděpodobnost příjmu paketů mimo pořadí závisí zejména na časovém rozdílu doručení paketů po různých síťových cestách. S výjimkou existence paralelního spojení mezi dvěma síťovými uzly, je pravděpodobnost příjmu paketů mimo pořadí zcela malá.

## 5.4 Zdvojení paketů

Za výjimečných okolností se stává, že pakety během jejich přenosu se zdvojí. Pravděpodobná příčina zdvojení paketu se hledá v chybné činnosti hardwaru a ovladače síťových karet. Je také možné, aby algoritmus znovuvysílání pracující na spojové vrstvě generoval zdvojené pakety v případě ztráty potvrzovacího paketu. Ve zvukových aplikacích, které neprovádí kontrolu zdvojených paketů, může dojít k nečekanému zesílení zvuku, pokud jsou zvukové vzorky v paketech přímo sečteny. Zdvojené pakety u video aplikací jsou obvykle nepostřehnutelné, až na to, že dekodér musí zpracovávat tu stejnou informaci dvakrát.

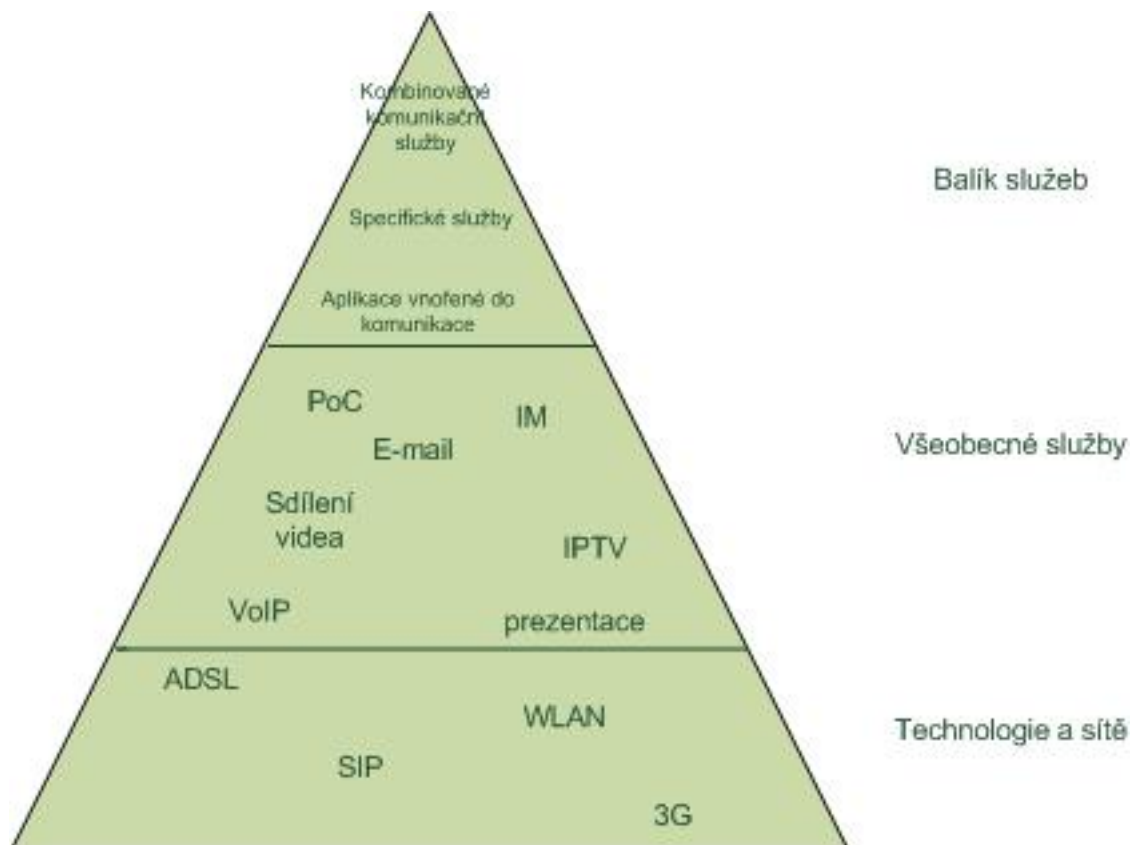
## 5.5 Rezervace síťových prostředků

K zajištění požadované kvality multimediálních služeb je zapotřebí, aby během doby jejich poskytování byly parametry určující kvalitu služby garantovány.

Nejdůležitějšími parametry z hlediska posouzení kvality služeb jsou již zmíněné zpoždění a ztráta paketů, které úzce souvisí s momentální vytížeností sítě. Některé sítě nabízí možnost rezervace síťových prostředků, které by měla zajistit udržet kvalitativní parametry v předem stanovených mezích. V těchto sítích obvykle existuje mechanismus řízení přístupu, který podle určitých kritérií (např. na základě dostupné šířky pásma) buď umožní nebo neumožní rezervaci prostředků na požadované části sítě. Bez tohoto mechanismu je možné dosáhnout snížení ztráty paketů tak, že se zvýší jejich zpoždění v důsledku jejich znovuvysílání.

## 6 SPEKTRUM SLUŽEB V IMS

Spektrum použitelných služeb je pomocí internetových aplikací neomezené. Mohou se požívat standardní služby typu end-to-end (online hry) nebo nestandardní služby, které může nabídnout individuální operátor svým zákazníkům (např. ekonomické online aplikace).



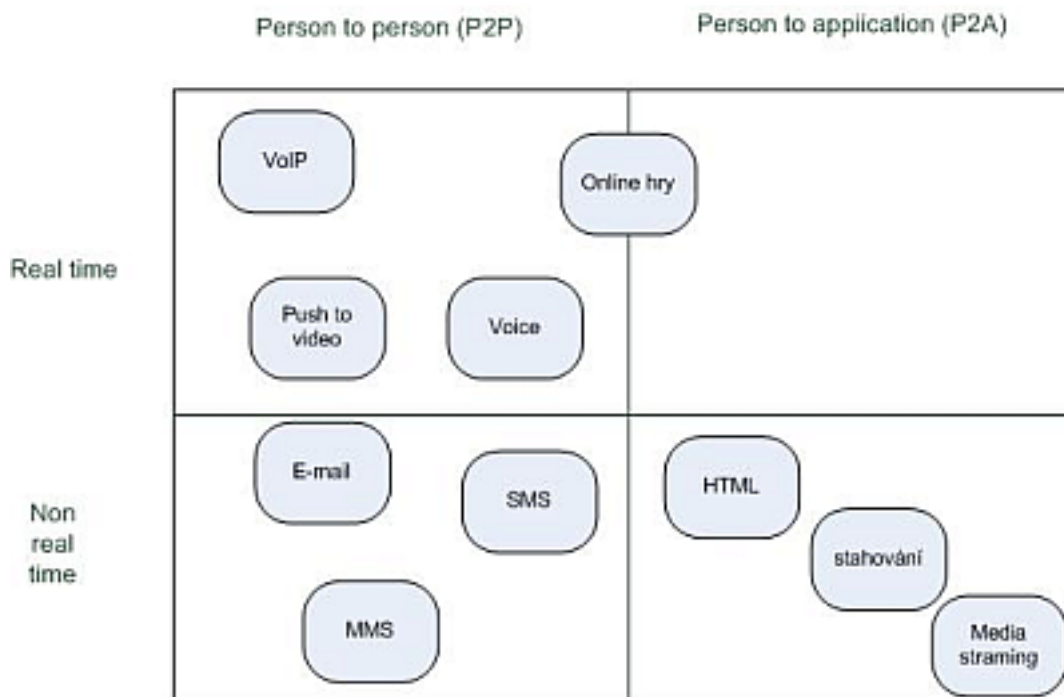
Obr. 6.1: Spektrum služeb IMS

Typy názorných služeb jsou uvedeny na obr.6.1. Ve spodní části jsou popsány dostupné technologie pro připojení uživatelů ke službám. Ve střední části pak jsou vypsány rozličné služby podporující IMS. Význam jednotlivých služeb bude popsán níže. Speciální oblastí je vrchní část označená jako balík služeb. Jedná se tu o výše zmíněné nestandardní služby, které jsou založeny na propojení s více servery a i s dalšími podpůrnými funkcemi (např. propojení s databázemi apod.).

Dále se dají služby rozdělit na skupiny dle následujících kritérií:

- jedná-li se o aplikaci osoba-osoba či aplikace-osoba
- jedná-li se o přenos dat v reálném čase či nikoliv

Toto rozdělení s dostupnými službami je znázorněno na obr. 6.2



Obr. 6.2: Rozdělení služeb dle typu přenosu

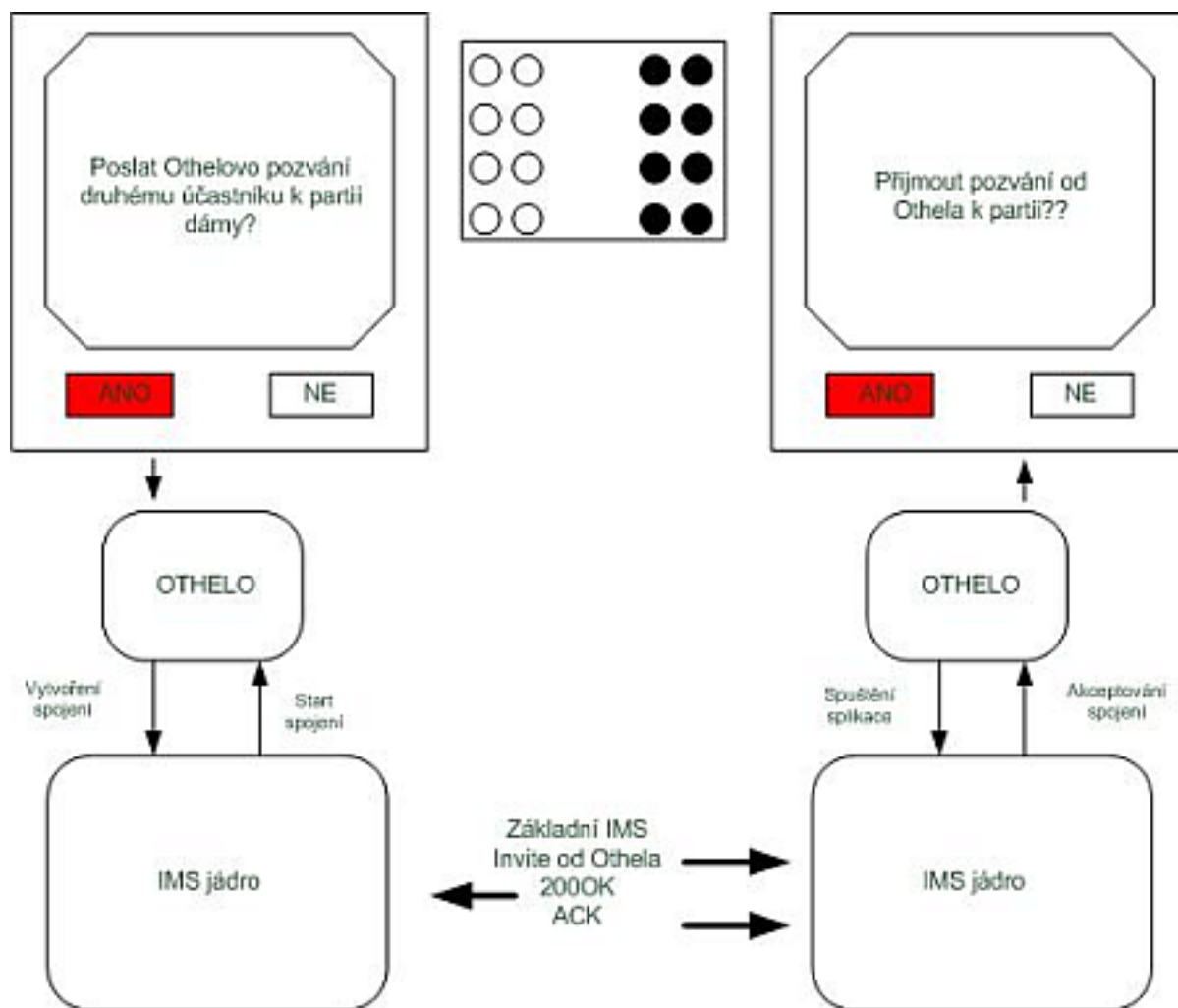
## 6.1 Online hry

Asi nejčastěji používanou službou v mobilních telefonech jsou hry různých typů. Ale tyto hry mohly být hrány pouze v offline verzi a to ještě pro jednoho hráče. Pokud však chtělo hrát více hráčů proti sobě, musela daná hra být naprogramována např. pro komunikaci přes bluetooth či IrDa (Infrared Data Association). Technologie IMS však nabízí nové odvětví pro mobilní telefony a to online hry. Taková hra může pracovat na principu uvedeném na obr.6.3

Hráč Othelo se připojí k partii a vyzve druhého hráče jako soupeře. Othelo se připojí na danou hru, vytvoří se spojení k IMS jádru aplikace a jednoduchým způsobem základní komunikace je posílání zprávy Invite o očekávání potvrzovací zprávy ACK, čímž soupeř akceptuje pozvání a po odeslání 200OK se aplikace spustí u obou hráčů.

## 6.2 Instant messaging

Další velkou částí služeb je Instant messaging. Je to internetová služba, umožňující svým uživatelům sledovat, kteří jejich přátelé jsou právě připojeni a dle potřeby jim posílat zprávy, chatovat, přeposílat soubory mezi uživateli a i jinak komunikovat. Hlavní výhodou oproti používání např. e-mailu spočívá v principu odesílání a přijí-



Obr. 6.3: Zobrazení struktury

mání zpráv v reálném čase. Jinými slovy zpráva je doručena ve velmi krátké době od odeslání (většinou v rámci stovek milisekund). A také se dá zjistit, zda-li je druhá strana připojena a k dispozici či nikoliv. Většina IM systémů umožňuje nastavit away message, tedy zprávu podle které lze zjistit, zda je uživatel přítomen přímo u svého počítače.

Na druhou stranu uživatel nikdo nenutí, aby na zprávy odpovídali ihned. Tímto způsobem se IM komunikace stává méně vyrušující než třeba telefon a to je částečný důvod, proč je tento způsob komunikace stále více oblíben v prostředí, kde by zvonění telefonu či mačkaní tlačítek rušilo ostatní. Instant messaging je ideální pro rychlou výměnu internetových adres a dalších věcí, které se např. v telefonní komunikaci špatně přenášejí.



## 6.3 Push-To-Talk

Služba Push-To-Talk je vlastně používání telefonu jako vysílačky. Je to způsob komunikace po half-duplexních spojeních, kdy je možná komunikace pouze jedním směrem a chce-li účastník mluvit, musí zmáčknout příslušné tlačítko a po tu dobu neslyší druhou stranu. Hlavní výhodou použitím této služby v mobilním telefonu je nejen cena (služba kromě aktivace je zadarmo), ale také dosah.

## 6.4 IPTV

Dalším typem moderní služby pro mobilní telefon je IPTV neboli televize přes internetový protokol. Digitální signál televize je šířen pomocí IP protokolu přes počítačové sítě. Samotný videoobsah je komprimovaný použitím kodeků MPEG-2 či MPEG-4. Na jeho přehrání dostačuje 3G telefon a odpovídající připojení. Součástí IPTV je služba VoD (Video on Demand) což je služba videa na požádání. Je to vlastně služba videotéky, kdy se přihlášením na server po prozkoumání katalogu nabízených filmů, může daný film přehrát, kdykoliv přehrávání přerušit a dodávat se jindy.

## 6.5 Videokonference

Videokonference je moderní způsob komunikace, který se stále častěji využívá v řadě oborů. Přenáší se při něm obraz i zvuk, účastníci si během přenosu mohou vyměňovat také různě zpracovaná a upravená data.

V nejjednodušší variantě mohou tuto technologii využít dvě osoby, které místo obyčejného telefonního přístroje použijí videotelefon. Existuje však široká škála zařízení, která umožňují do videokonferencí zapojovat podstatně větší počet účastníků a připojovacích bodů. Do videokonference se mohou zapojit i stovky lidí, které technicky vysoce kvalitní přenos budou sledovat v sálech na promítacích plátnech a velkoplošných projektorech.

Hlavní výhody videokonference:

- komunikace „z očí do očí“
- rychlejší, kvalitnější a efektivnější řízení
- větší operativnost

Využití videokonference:

- vnitrofiremní komunikace a řízení

- dálková školení a studium
- komunikace se zákazníky a technická podpora
- vizuální dohledové systémy

Podle přenosového media a protokolu - systémy H.320 (typicky ISDN), H.323 (typicky LAN/WAN) a H.320/H.323 kombinované.

Nedílnou součástí videokonferenčních zařízení jsou také přídatné periferie a síťové prvky.

Dělení videokonferenčních zařízení:

- Personální systémy - pro videokonferenci se používá jeden, výjimečně několik málo účastníků. Jedná se buď o digitální videotelefony nebo speciální karty do osobních počítačů. Počítač je vybaven kamerou a jako zobrazovací zařízení slouží monitor počítače, zvuk je snímán a reprodukován pomocí mikrofону a reproduktorů zvukové karty PC, speciálního hlasitého telefonního přístroje, případně náhlavní soupravy.
- Kompaktní systémy - V tomto případě se videokonference odehrává v malé až střední místnosti. Systém je tvořen základní jednotkou, ve které je integrována kamera s mikrofónem. Jako zobrazovací zařízení slouží běžný televizor (připojení pomocí AV vstupu). Dále lze připojit a používat několik externích periférií, většinou dokumentovou kameru a videorekordér
- Skupinové systémy - Tyto systémy se užívají pro videokonference ve střední i velké místnosti nebo sále. Tvoří je základní jednotka, která zajišťuje zpracování obrazu, zvuku a dat a řízení systému. Mikrofon bývá stolní a pro rozsáhlejší prostor je možné ho zapojovat kaskádně. Jako výstupní jednotka se podle provedení používá buď běžný televizor (připojení pomocí AV vstupu) nebo multimediální VGA monitor, samozřejmě je možné připojit i projektor, plazmatický displej a ozvučovací aparaturu.
- Síťové videokonferenční prvky - rozšiřují komunikační možnosti videokonferenčních zařízení. Videokonferenční servery (nazývané též multipoint servery) slouží k vytvoření videokonferenčního spojení tří a více stran. Zajišťují zpracování a distribuci zvukového, obrazového a případně i datového signálu mezi jednotlivými zúčastněnými stranami.

Výhody těchto služeb jsou jednoznačně komfort, dostupnost a hlavně jejich jednoduchost pro uživatele. Jelikož v jednom 3G telefonu jednoduchým mačkáním na

daná tlačítka se člověk dostane na různé aplikační servery, kde si jen vybere co mu je nejbližší.

Nevýhodou je, že hlavní podstata těchto služeb je internetové připojení. Proto v místech kde není kvalitní pokrytí, může být využití těchto služeb velkým problémem. Také k tomuto využití musí být odpovídající technologie, tedy telefon s podporou služby 3G.

## 7 TVORBA IMS APLIKACE

Service Development Studio od Ericssonu je vývojářský nástroj založený na bázi Java EE. Je plně komplexním nástrojem pro vývoj end-to-end aplikací jak na straně klienta, tak na straně serveru. Podporuje klientské aplikace pro mobilní telefony. Využívá JAVA komunity pro společné postupy a standarty a poskytuje vysokou úroveň rozhraní API.

### 7.1 Instalace SDS

Při instalování SDS prostředí se automaticky instalují další podpůrné programy (např. Symbian Emulator, skriptovací jazyk Pearl). Důležité před začátkem instalace je, že na počítači musí být nainstalována Java ve verzi 5. Verzi 6 SDS nepodporuje. Po nainstalování a nastavení všech součástí se musí z webu <https://sailfin.dev.java.net> stáhnout GlassFish adapter pro Sailfin pro správnou funkčnost SDS prostředí a možnost vývoje aplikací.

### 7.2 Projekt

Vytvářený projekt naváže komunikaci mezi klienty pomocí SIP. Hlavní náplní bude komunikace více klientů mezi sebou a možnost posílání multimediálního souboru (\*.mov) a jeho přehrání v implementovaném přehrávači se základními prvky obsluhy. Tento projekt pak bude simulovat služby IMS jako je chat, sdílení a stahování multimediálních souborů.

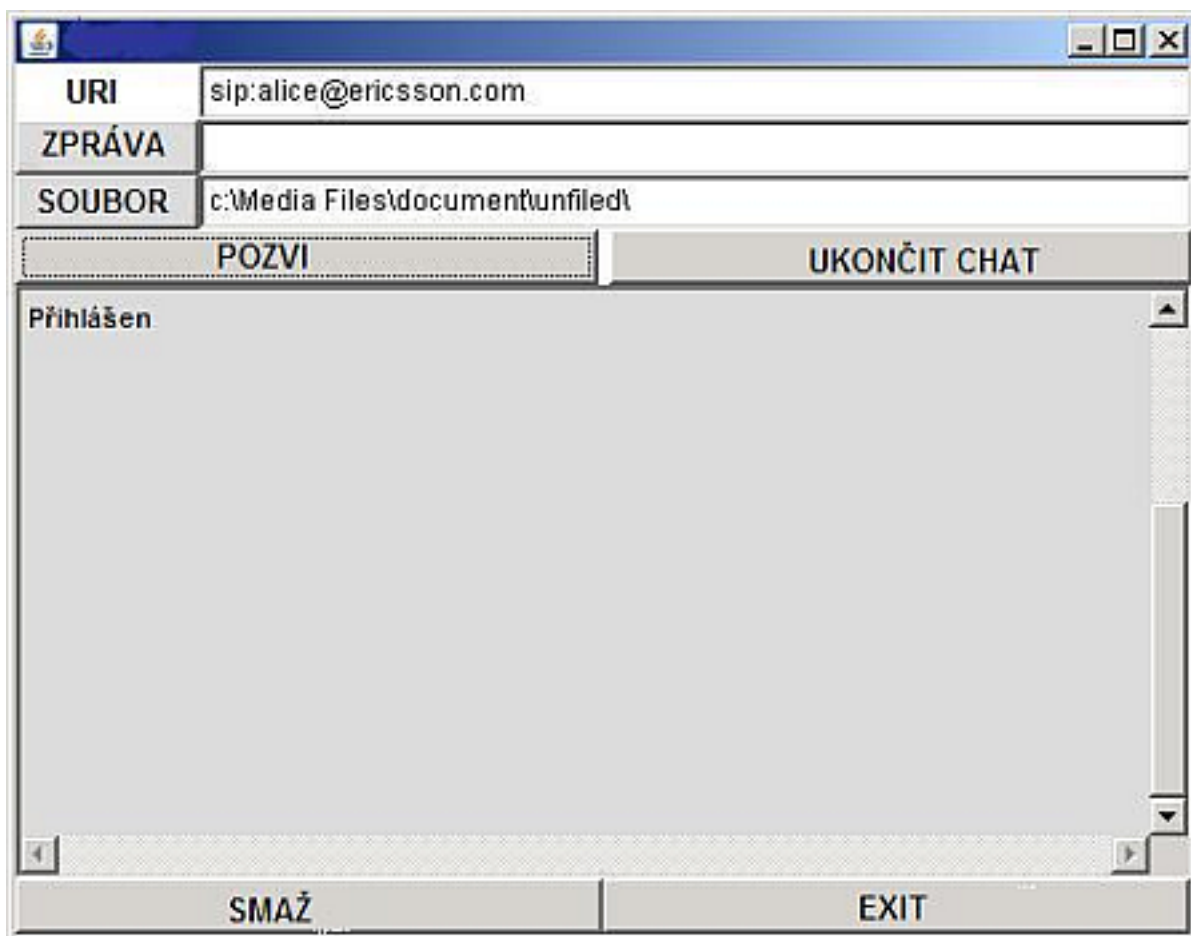
#### 7.2.1 Grafická podoba

Aplikační uživatelské prostředí je navrženo jednoduchým stylem. Samotné grafické rozhraní je tvořeno balíkem java.awt – jedná se o pole Text, Adresa, Volaný účastník a jejich podtřídy.

### 7.3 Stavba aplikace

Navržená aplikace se skládá z následujících tříd:

- Main – slouží pro běh programu
- Run -stará se o běh vlákna a jeho dobu vypršení.



Obr. 7.1: Grafická podoba klienta

Jako hlavní vlákno pro spuštění aplikace slouží třída Main, ve které je sestaveno celé spojení a přenos multimediálních souborů, tedy se stará o celý životní cyklus.

Hlavními použitými parametry jsou:

- IProfile – pro vytvoření uživatelského profilu IMS
- Sdpfactory – slouží pro přenos využitím SDP protokolu
- MIMEcontainer – slouží pro zpracování multimediálních souborů
- Imsgmanager- nastavení naslouchání serveru
- URIfield - nastavení adresy
- Messagetext – slouží pro text
- ProcessSessionInvitation - sestavení spojení pomocí SIP protokolu
- IMedia – přenos RTP paketu

Po spuštění aplikace se tedy musí jednotliví klienti zaregistrovat na daný SIP účet, následně se volá metoda `InitICP`, která nastaví ICP profil a spustí proces sestavení spojení mezi klientem a servletem. Nastavování spojení probíhá posíláním SIP zpráv – první klient pošle druhému klientu zprávu `Invite` a čeká na potvrzení obdržení zprávy. Po potvrzení pozvání druhým klientem se pomocí serveru vytvoří spojení. Samotná adresa se ukládá a zpracovává metodou `InicializeField()`. Po navázání spojení, tj. kdy jsou klienti zaregistrováni SIP účtem se spustí proces pro přenos multimediálních souborů. Protože pro přesun multimédií se používá procedura `Media`, která řídí mediální spojení a obsahuje metodu `getSupportedMIME()` pro přenos mezi klienty.

### 7.3.1 Vytvoření uživatelského profilu

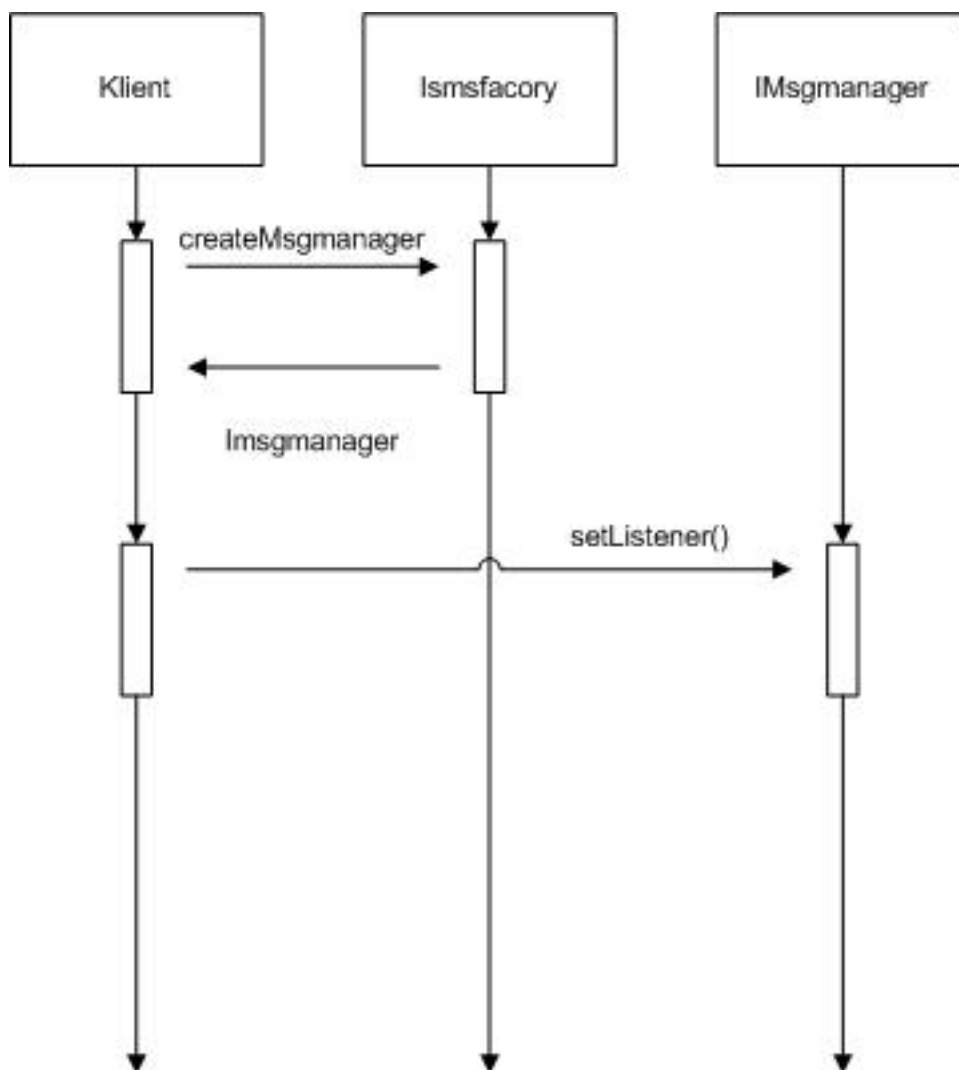
Rozhraní `IProfile` poskytuje metody pro manipulaci IMS služeb. Obsahuje metody pro registrování klienta do ICP, vytváří IMS služby. Na obr.7.2 je znázorněn průběh vytvoření uživatelského profilu. Vytvoří se pomocí objektu zavoláním metody `createIMsgmanager()` ve třídě `Ismfactory`. Jakmile se tento objekt vytvoří, je připravena registrace u serveru. Registrace se provede metodou `Register()`. Po zaregistrování profilu na serveru se nastaví naslouchání na vlákně a čeká se na pozvání druhého klienta zprávou `Invite`.

### 7.3.2 Adresace účastníků

Spojení klientů se provádí pomocí URI adres. Tyto adresy jsou jednoznačně definované ve formě `alice@ericsson.com`. Vložení adresy a její zpracování má na starost metoda `createIsmaddress()`, která si adresu uloží do objektu `Ismaddress` jako parametr. Po zadání adresy se spouští metoda `setListener()` a čeká se na sestavení spojení.

### 7.3.3 Sestavení SIP spojení

Spojení se sestavuje metodami `doInvite()`, `doOK()`, `doBye()` třídy `InitICP`. Na obr. je znázorněn průběh spojení. Klientova aplikace naslouchá na vlákně, zdali není žádost o spojení, či sama nemá vyslat tuto žádost. Když se má poslat žádost s pozvánkou na spojení, tak se vytvoří objekt `Request` ve třídě `IMsgManager` a metodou `send()` se pošle třídě `IMsgMessage`, která přiřadí žádosti adresu druhé strany. Po vytvoření spojení druhá strana začne naslouchat a čeká na příchozí žádosti metodou `setListener()` a metoda `doInvite` prvního klienta pošle textovou zprávu `Invite`. Třída



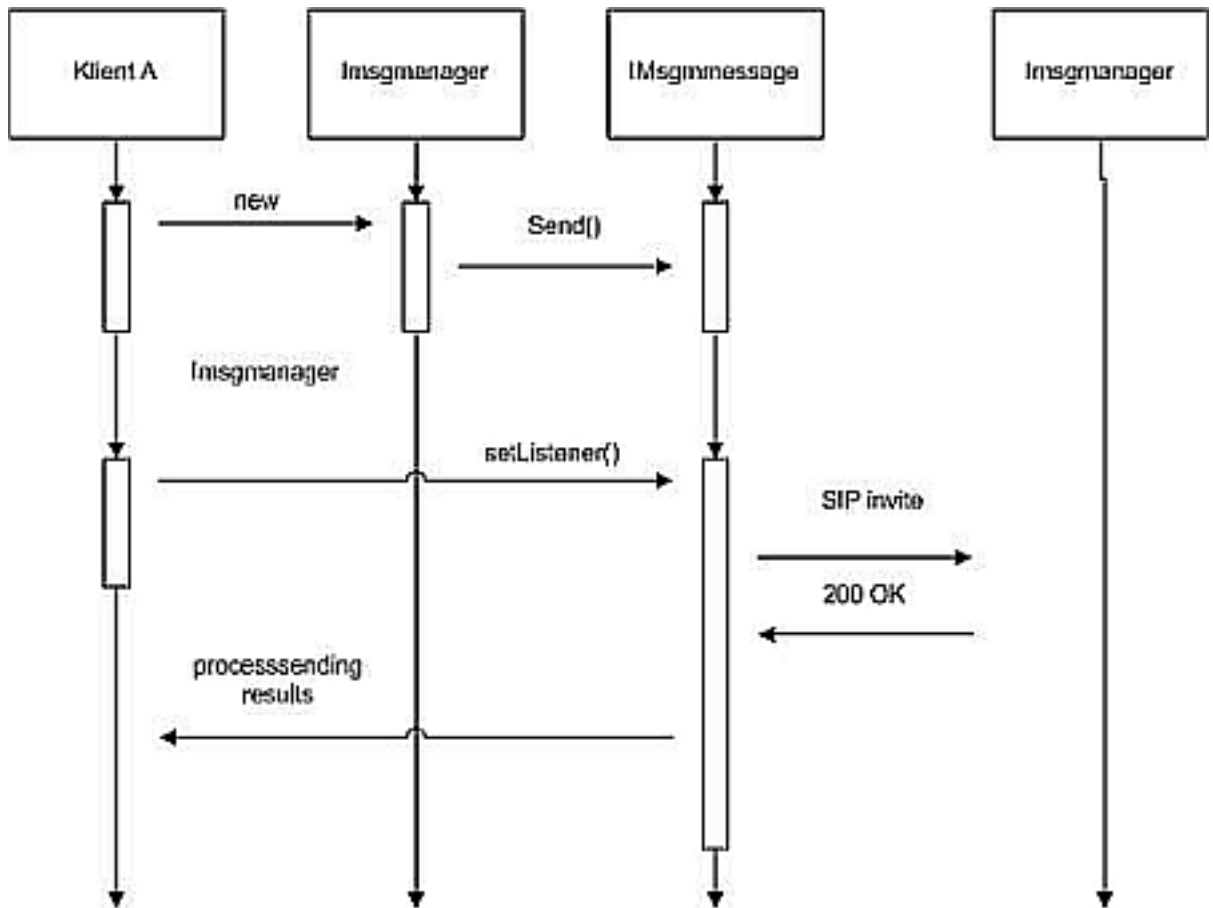
Obr. 7.2: Vytvoření uživatelského profilu

MsgMessage provede inicializaci této žádosti na druhé straně, uzavře vstupní kanál a změní status na Inviting. Následuje odpověď zprávou 200OK metody doOK(). Metoda Invite má jako parametr adresu účastníka.

### 7.3.4 Rozhraní MIME

Pro přenos obrazové informace v IMS ve vývojovém prostředí SDS slouží rozhraní MIME. Objekt tohoto rozhraní obsahuje různé typy dat, jako text, video data, audio data či obrazy. Toto rozhraní pak poskytuje možnost řízení tohoto objektu.

Postup při načtení a poslání multimediálního souboru je, že se nejprve vytvoří objekt (kontejner) pro načtení souboru ve třídě Sdpfactory. Po vrácení objektu je pro zabezpečení přesunu vytvořena kopie tohoto objektu (metoda cloneMIME()). Zároveň se k tomuto objektu přidružuje textová zpráva, která obsahuje adresu kon-



Obr. 7.3: Sestavení spojení

cového klienta. Metodou `addContent()` si tento objekt (MIME kontejner s textovou zprávou) převezme třída `MIMEContainer`, která jej přepoše třídě `IImSMSManager` u druhého klienta. Tato třída si pomocí parametrů kontejneru (`Tempfile`) vyčte, zdali je adresa správná a pokud je, tak již samostatný soubor pošle třídě `SdpFactory`, která si soubor načte metodou `setMIME`. Samotné poslání informace je popsáno v další kapitole. Příklad vytvoření kontejneru a textu je uveden na následujícím zdrojovém kódu.

```

MIMEContainer container=SdpFactory.createMIMEContainer();
messageBuffer = "hello!";
MessageText text = new MessageText(messageBuffer);
container.addContent((MIME)text.getMIME().clone());
  
```



### 7.3.5 Přenos obrazové informace

Samotný přenos obrazové informace je za použití RTP protokolu. Ve vývojovém prostředí SDS se RTP protokol implementuje do metody `IOutputStream()` ve třídě `Sdpfactory`. Tato metoda poskytuje metody pro posílání dat streamovou relací. Dále nastavuje časové značky pro RTP paket, posílá RTP pakety a zastavuje toto posílání. Příkladem zápisu streamu může být:

```
outStream.setInitTimeStamp(aTimeStamp);  
outStream.setTimeStampStep(aStep);  
outStream.setContentType(aContentType);  
outStream.write(aData, aLength);
```

kde parametr `aTimeStamp` je inicializace časové značky RTP paketu. `aStep` znamená krok mezi časovou značkou dvou RTP paketů. Metoda `write()` pak posílá daný RTP paket s parametry `aData` (data k poslání) a `aLength` (specifikuje délku dat).

### 7.3.6 Přehrání obrazové informace

Rozhraní `IPlayer` slouží pro přehrání záznamu v platformě SDS. Je definováno třídou `IPlayer.State`, která deklaruje stav v jakém může přehrávač být – `Ready`, `Not Ready`, `Playing` a `Paused`. Metoda `addPlayerListener(IPlayerListener)` pak pracuje jako funkce pro změnu stavu, kde daný parametr popisuje přehrávač.

## 7.4 Nastavení a spuštění prvků IMS

Pro nastavení těchto prvků je nutné přepnout se do části `Provisioning` – (`SDS - Provisioning`). Pro potřeby programu stačí nastavit pouze `DNS` a `HSS`.

### 7.4.1 Nastavení HSS

`HSS` se nastavuje pro registraci účastníků. Karta `HSS`, se v záložce `User Profile` nastaví jméno profilu, `URI` adresa, heslo a profil služeb. V záložce `Initial Filter Criteria` se nastavuje výchozí server pro přihlášení.

### 7.4.2 Nastavení DNS

Karta `DNS`. Pro nastavení jsou dvě možnosti. Buď se může nastavit doména v klasickém `HTML` tvaru nebo se může zadat jako telefonní číslo, na které se bude server

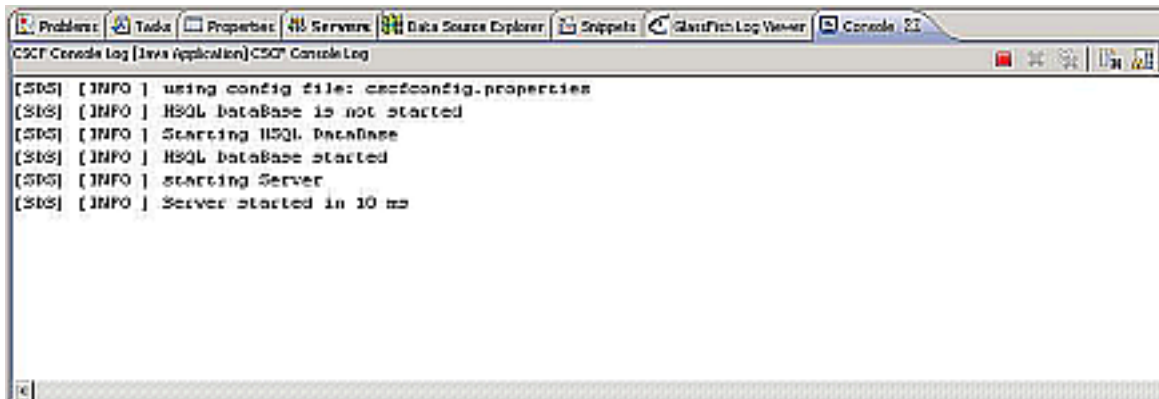
odkazovat. Samotné nastavení hosta se provádí vytvořením domény a přiřazením IP adresy. Defaultně je nastaveno 127.0.0.1.

## 7.5 Spuštění aplikace

Po spuštění vývojového prostředí a importu všech součástí aplikace se musí nejprve spustit prvky CSCF a DNS a také GlassFish server. CSCF kvůli spuštění registrace klientů.

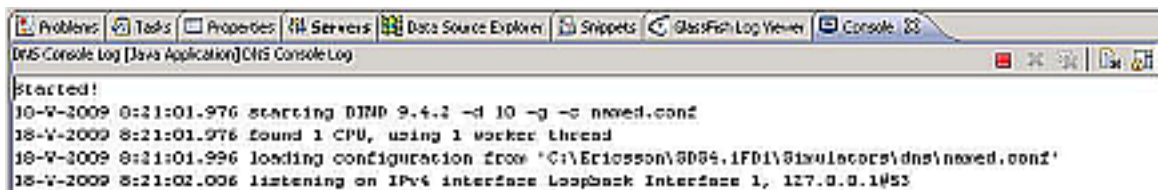
### 7.5.1 Spuštění CSCF a DNS

Tyto prvky se spustí v menu SDS  $\rightarrow$  Server  $\rightarrow$  CSCF  $\rightarrow$  Start CSCF a pro DNS je spuštění DNS  $\rightarrow$  Server  $\rightarrow$  DNS  $\rightarrow$  Start DNS. Správné spuštění je vypsáno v okně s logy na obr.7.4 a obr.7.5



```
CSCF Console Log [Java Application] CSCF Console Log
[SDS] [INFO] using config file: cscfconfig.properties
[SDS] [INFO] HSQL database is not started
[SDS] [INFO] Starting HSQL Database
[SDS] [INFO] HSQL database started
[SDS] [INFO] starting Server
[SDS] [INFO] Server started in 10 ms
```

Obr. 7.4: Spuštění CSCF



```
DNS Console Log [Java Application] DNS Console Log
Started!
10-V-2009 0:21:01.976 starting BIND 9.4.2 -d 10 -g -o named.conf
10-V-2009 0:21:01.976 found 1 CPU, using 1 worker thread
10-V-2009 0:21:01.996 loading configuration from 'C:\Ericsson\SD04_1FD1\Simulators\dns\named.conf'
10-V-2009 0:21:02.006 listening on IPv4 interface Loopback Interface 1, 127.0.0.1#53
```

Obr. 7.5: Spuštění DNS

### 7.5.2 Spuštění GlassFish

GlashFish serves se spouští v záložce Servers. Pro ověření jeho správného spuštění je třeba do prohlížeče zadat `http://localhost:4848`, kde by se měla načíst úvodní stránka, která je zobrazena na obr.7.6

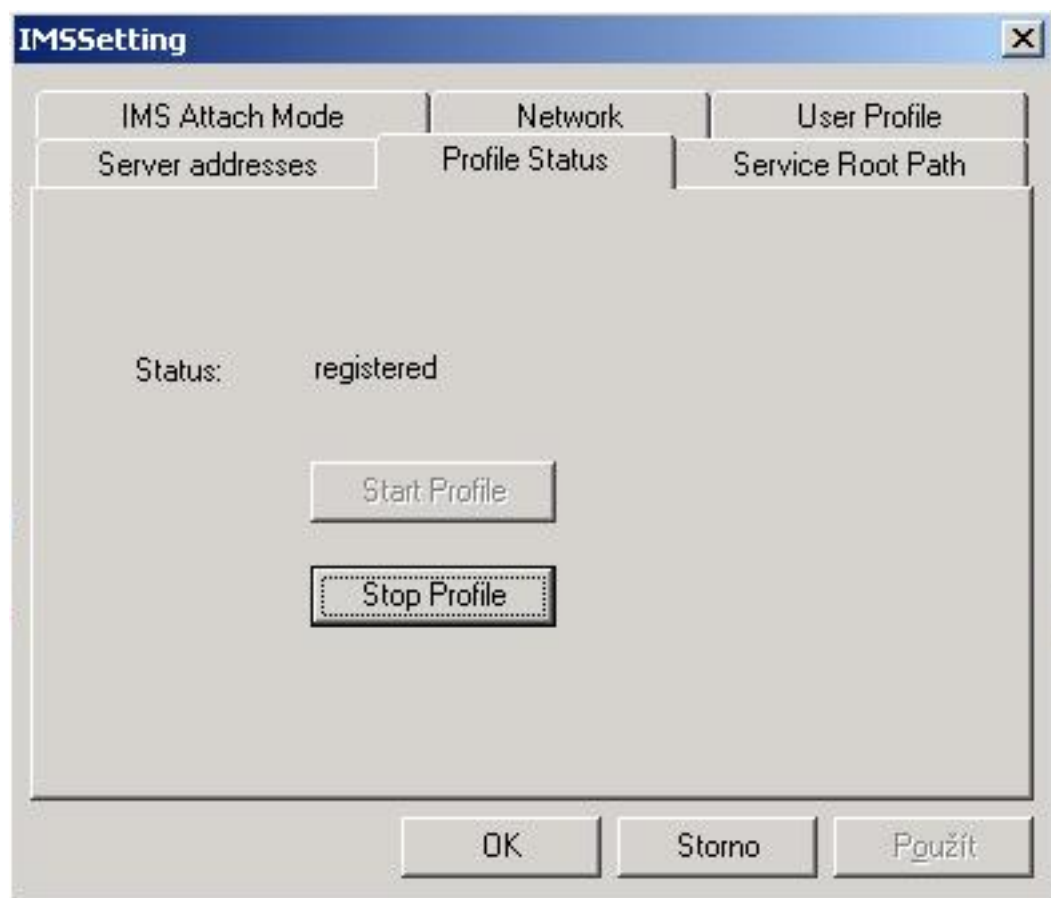


Obr. 7.6: Úvodní okno serveru

## 7.6 Spuštění aplikace

Po spuštění GlassFish serveru, CSCF a DNS se jako první spustí servlet (vlastnosti *¿* run on server). U klienta je nutné před vlastním spuštěním, jeho verzi nainstalovat do Windows (SDS *¿* client *¿* install client in windows). Vybere se příslušný klient a potvrdí se OK. Pak je nutné zkontrolovat nastavení klienta (properties). Poté se spustí jako java aplikace. Pro přehrání multimediálních aplikací slouží implementovaný přehrávač. Dále je možnost spustit klienta v symbian emulatoru. Tím se může simulovat chování klienta v mobilním telefonu a testovat ho v provozním režimu.

Po spuštění SDS prostředí je potřeba také zkontrolovat, zdali je uživatel zaregistrován. Toto se zjistí, pokud ve windows menu start-nastavení-ovládací panely rozklikne položka IMS settings. V kartě Profile manager se klikne na Configuration a v záložce Profile musí být Registered pro daný účet. Samotný účet se založí v User profile viz obr.7.7



Obr. 7.7: Založení účtu v User profile

## 8 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala problematikou rozvoje nové platformy pro mobilní služby IMS. IMS představuje technologii, která umožní využívání komunikačních služeb podporující internetové aplikace (hry, prohlížení stránek) v reálném čase. Byla popsána architektura a funkce jednotlivých bloků. Jelikož se IMS uplatňuje v mobilní síti, byly popsány i základní principy GSM sítě – architektura, spínání okruhů.

V IMS se uplatní zejména tři základní protokoly a to SIP, Diameter a RTP. Všechny tyto protokoly se týkají komunikace mezi jednotlivými funkčními částmi IMS. Diameter se uplatňuje pro autorizaci, autentizaci a účtování. SIP pro komunikaci se serverem, pro přihlášení a registraci a RTP pro přenos multimediálních aplikací. V kapitole věnované protokolu SIP je popsána jeho architektura, typy a funkce odpovědí, tvar SIP adresy pro přihlášení. RTP protokol je popsán základními vlastnostmi, tvarem a funkcemi hlavičky. Protože se přenos obrazu odbývá v reálném čase, je tento přenos závislý na podobě přenosu a kvalitě spojení a tak se zde využívá QoS pro udržení kvality přenosu, neboť při přenosu datových paketů se mohou jednotlivé pakety ztrácet či být opožděny a tím se stávají chyby v příjmu obrazu.

Hlavní výhoda IMS je komunikace pomocí internetu a pro komfort telefonování se tedy nabízí jako hlavní možnost komunikace pomocí videokonference. Samotná videokonference je budoucnost osobní komunikace. Spojení s více lidmi najednou je již využíváno v podnikové sféře. A pomalu tato technologie bude přecházet do lidské oblasti – rodina, přátelé.

Pro samotný návrh IMS aplikace sloužilo vývojové prostředí SDS 4.0 FD1 založené na bázi Java EE od telekomunikační firmy Ericsson. Byla zkráceně popsána instalace samotného nástroje, dále nastavení a spuštění jednotlivých důležitých prvků (DNS, HSS, CSCF). Pro představu komunikace v aplikaci slouží zobrazený a popsáný SDL diagram průběhu spojení a vytváření objektů v dané aplikaci. Pro samotný návrh byly využity speciální funkce dané vývojovým prostředím (např. MIME objekt pro vytvoření, přenos a přehrávání multimediální aplikace). Testování probíhalo na dvou virtuálních stanicích s operačním systémem MS Windows XP SP3. Hlavní funkcí této aplikace byla simulace videokonference, založená na přenosu obrazového souboru a jeho následného přehrávání. Samotná aplikace poskytuje instant messaging služby – textový chat pro více klientů a následné posílání multimediálních souboru a jejich přehrávání pomocí přehrávače.

IMS je technologie, která se bude stále vyvíjet, jelikož komfort nabízených služeb pro mobilní komunikaci je na vysoké úrovni a začíná se rovnat službám poskytovaných v počítačích. Ale rozvoj IMS je závislý na modernizaci internetu, hlavně jeho dostupnosti a rychlosti.

## LITERATURA

- [1] POIKSELKA, Miikka, MAYER, Gregor, KHARTABIL, Hisham. *The IMS: IP Multimedia Concepts and Services*. England : WILEY, 2006. 431 s. Second edition. ISBN 0-470-01906-9.
- [2] CAMARILLO, Gonzalo, GACÍA-MARTÍN, Miguel A. *The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS)*. England : WILEY, 2006. 427 s. Second edition. ISBN 0-470-01818-6.
- [3] *SIP metody* [online]. Dostupné z: <<http://www.3cx.cz/voip-sip/sip-methods.php>> [cit. 10. 5. 2009].
- [4] *SIP center* [online]. Dostupné z: <<http://www.sipcenter.com/sip.nsf/index>> [cit. 10. 5. 2009].
- [5] *Videokonferenční produkty* [online]. Dostupné z: <<http://www.lpt.cz/confer.htm>> [cit. 9. 5. 2009].
- [6] PUŽMANOVÁ *Streaming media: transportní protokoly RTP/RTCP* [online]. Dostupné z: <<http://www.dsl.cz/clanky-dsl/clanek-60/streaming-media-4-transportni-protokoly-rtp-rtcp>> [cit. 15. 4. 2009].
- [7] *IP Multimedia Subsystem* [online]. Dostupné z: <<http://www.hill2dot0.com/wiki/index.php>> [cit. 10. 4. 2009].
- [8] *Architektura GSM sítě* [online]. Dostupné z: <<http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Dokumentace/ART65-Architektura-GSM-site.html>> [cit. 10. 5. 2009].
- [9] NOVOTNÝ, V. *Účastnická koncová zařízení*. Brno : FEKT VUT Brno, 2002.
- [10] HEROUT, P. *Java grafické a uživatelské prostředí a čeština*. České Budejovice : Kopp, 2004. 317 s. ISBN: 80-7232-237-0.
- [11] *3GPP Release 5. Overview of 3GPP Release 5* [online]. Dostupné z: <[http://www.3gpp.org/ftp/tsg\\_ran/TSG\\_RAN/TSGR\\_20/Docs/PDF/RP-030375.pdf](http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/TSG_RAN/TSGR_20/Docs/PDF/RP-030375.pdf)> [cit. 10. 3. 2009].
- [12] *IMS trailling, TellaSonera*. poslední aktualizace 6. 9. 2008. Dostupné z oficiálních stránek IMS.
- [13] DARWIN, IAN F. *JAVA Kuchařka pro programátora*. Brno: CPress 2007, 798 s. ISBN: 80-251-0944-5
- [14] HEROUT P. *Učebnice jazyka JAVA*. České Budějovice: Kopp 2007, 381s. ISBN: 978-80-7232-323-4

# SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

3GPP	3rd Generation Partnership Project
API	Application Programming Interface
AS	Application Server
BGCF	Breakout Gateway Control Function
CAP	CAMEL Application Part
CDMA	Code-Division Multiple Access
CSCF	Call Session Control Function
CSE	Camel Service Environment
DNS	Domain Name System
DSL	Digital Subscriber Line
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GLMS	Gateway GPRS Support Node
GSM	Global System for Mobile communications
GPRS	General Packet Radio Service
HSS	Home Subscriber Server
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure
I-CSCF	Interrogating Call Session Control Function
IETF	Internet Engineering Task Force
IKE	Internet Key Exchange
IM-SSF	IP Multimedia Service Switching Function
IM-MGW	IMS Media Gateway
IMS	Internet Protocol Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol

IPsec Internet Protocol security

IPTV Internet Protocol Television

IrDA InfraRed Data Association

ISUP ISDN User Part

LDAP Lightweight Directory Access Protocol

MEGACO Medium Gateway Control Protocol

MGC Media Gateway Control

MGCF Multimedia Gateway Control Function

MGW Media Gateway

MPEG Motion Picture Experts Group

MRF Media Resource Function

MRFC Multimedia Resource Function Control

MRFP Multimedia Resource Function Processor

MTP Message Transfer Part

NGN Next Generation Networks

OSA-AS Open Service Access Application Server

OSA-SCS Open Service Access-Service Capability Server

P-CSCF Proxy Call Session Control Function

PCM Pulse Code Modulation

PDA Personal Digital Assistant

PDF Policy Decision Function

PS Presence Server

PSTN The Public Switched Telephone Network

PUA Presence User Agent

PoC Push to talk over Cellular



PPP Presentity Presence Proxy  
QoS Quality of Services  
RAN Radio Access Network  
RFC Request For Comments  
RTP Real-time Transport Protocol  
S-CSCF Serving Call Session Control  
SCTP Stream Control Transmission Protocol  
SDS Service Development Studio  
SDP Session Description Protocol  
SGSN Serving GPRS Support Node  
SGW Signaling Gateway  
SIP Session Initial Protocol  
SLF Subscription Locator Function  
SMTP Simple Mail Transfer Protocol  
SRTP Secure Real-time Transport Protocol  
SSL Secure Sockets Layer  
TCP Transmission Control Protocol  
THIG Topology Hiding Inter-working Gateway  
TLS Transport Layer Security  
VoIP Voice Over Internet Protocol  
UA User Agent  
UAC User Agent Client  
UAS User Agent Server  
UDP User Datagram Protocol  
UML Unified Modeling Language

UPSF User Profile Server Function

URI Uniform Resource Identifier

VoD Video on Demand

WCDMA Wideband Code Division Multiple Access

WiFi Wireless local area networks technology

WLAN Wireless Local Area Network

# A ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA

## A.1 Obsah přiloženého CD

Součástí této diplomové práce je i přiložené CD, které obsahuje následující položky :

- Text této práce ve formátu PDF i s přiloženými zdrojovými soubory systému  $\text{\LaTeX}$ .
- Zdrojové kódy aplikace v jazyku Java včetně přiložených knihoven.
- Instalační příručka pro SDS v elektronickém formátu.