

Náhled bakalářské práce:

Vývoj systému UMTS

Toto není kompletní práce, ale jedná se pouze o náhled. Pokud Vás tématika a styl vysvětlení zaujme, tak práce je pravděpodobně dostupná přes knihovnu Fakulty elektrotechnické (www.knihovny.cvut.cz). Pokud to možné nebude, tak se můžeme dohodnout přes e-mail.

I na celý tento dokument včetně obrázků se vztahují autorská práva, a proto s nimi nelze bez udělení souhlasu nakládat (okopírovat do Vaší práce apod.).

Obsah

1. Úvod.....	2
Když se řekne UMTS.....	2
Co to je Release	3
Struktura práce.....	4
2. Vývoj specifikací v UMTS.....	6
2.1. Release 99.....	6
2.1.1. Struktura sítě.....	6
2.1.2. Služby.....	11
2.2. Release 4.....	14
2.2.1. Struktura sítě.....	15
2.2.2. Služby.....	17
2.3. Release 5.....	20
2.3.1. Struktura sítě.....	20
2.3.2. Služby.....	26
2.4. Release 6.....	27
2.4.1. Struktura sítě.....	27
2.4.2. Služby.....	32
2.5. Release 7.....	33
2.5.1. Souhrn vylepšení	34
3. Výukový program	35
4. Závěr.....	36
Seznam zkratk.....	38
Použitá literatura a zdroje	41
Knihy	41
Normy	41
Internetové zdroje	41
Zdroje obrázků	42

1. Úvod

Vývoj v oblasti telekomunikací jde v současnosti velmi rychle dopředu. Jakási první mobilní síť začala existovat již v roce 1949 v Holandsku. Skutečný rozvoj veřejných mobilních sítí však nastal až začátkem 80. let. Tehdy se začaly rozšiřovat tzv. celulární (buňkové) systémy, které zprvu byly analogové. Od roku 1982 pak začíná vývoj GSM (*Global System for Mobile*). Systémy této tzv. druhé generace byly představeny na počátku 90. let. Nejúspěšnější z nich se ukazuje právě GSM, kde asi nejdůležitější změnou je digitální přenos informací na rádiovém rozhraní mezi mobilním telefonem a základnovou stanicí. Jako technologie vícenásobného přístupu je použita TDMA (*Time Division Multiple Access*). Otázkou pro tuto práci pak je: „Co následuje po systémech druhé generace?“

Jako téma této práce jsem si vybral zpracování různých specifikací v UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). Rozhodl jsem se k tomu, protože literatury týkající se UMTS je sice velké množství, ale za nejlepší pro porozumění dané problematice považuji mít zpracovaný přehled vývoje daného systému od jeho počátků a základních specifikací až po výhled do budoucnosti. Co se týká zadání této práce, došlo k určité odchylce vlivem rozhodnutí o vytvoření výukového programu pro „Class server“. Není tedy vypracován výukový program celý v prostředí flash, ale jen jednotlivé animace. Aby byl začátek smysluplný, je však třeba uvést, co to vlastně znamená UMTS či Release.

KDYŽ SE ŘEKNE UMTS

Mohlo by se zdát, že UMTS je prostě jen synonymem pro síť třetí generace. Není tomu ale docela tak, UMTS se týká Evropy. Jak jsme se ale k UMTS vlastně dopracovali?

Cesta ke 3G

Ve stejné době, kdy se spouštěly systémy druhé generace, bylo jasné, že je třeba stále myslet do budoucna, na dobu, kdy síť druhé generace už nebudou schopny zajistit služby a informace v budoucím požadovaném rozsahu a kvalitě. Začíná tudíž práce na navržení systému třetí generace (3G – *Third Generation*), kterou rozjíždějí například organizace Conference of European Posts and Telecommunications (*CEPT*) a UMTS Forum. Později práci dále rozvíjí European Telecommunications Institute (*ETSI*). Jedním z hlavních cílů bylo umožnit globální roaming – zajistit, aby uživatel mohl se svým mobilním telefonem využít služby kdekoli na světě.

Systémy GSM sklízely velký úspěch, což však mělo i některé stinné stránky. Po několikaleté nevyhledané, že by bylo třeba vyvíjet nějaký nový systém, když GSM je tak účinné řešení. A tak se vyvíjelo pouze na teoretické úrovni – např. v oblasti bezpečnosti se udělal velký kus práce, zatímco co se týče architektury systému či technologií na rádiovém rozhraní, stále nebylo jasno.

V Japonsku však začalo být během času vidět, že 2G (*Second Generation*) síť již v blízké budoucnosti nebude schopna zajistit požadované služby. Například byla vyčerpána kapacita na rádiovém rozhraní. Začal tedy určitý rozvoj a v roce 1998 se 5 standardizačních organizací z různých koutů světa spojilo (včetně ETSI) a vytvořili 3GPP (*Third Generation Partnership Project*). Původní snaha o „světové sjednocení“ a vytvoření jednotného systému se však neuskutečnila, protože systém historicky vždy musel vycházet z dosud zbudovaných sítí¹. Jednotný standard IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications*) pak ITU (*International Telecommunication Union*) nahradila rodinou 3G standardů.

UMTS

V Evropě se práce na vývoji mobilního komunikačního systému třetí generace vykonávají pod vedením ETSI. Systém třetí generace se právě zde označuje jako UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). ETSI řídí výzkum, vývoj a také standardizace.

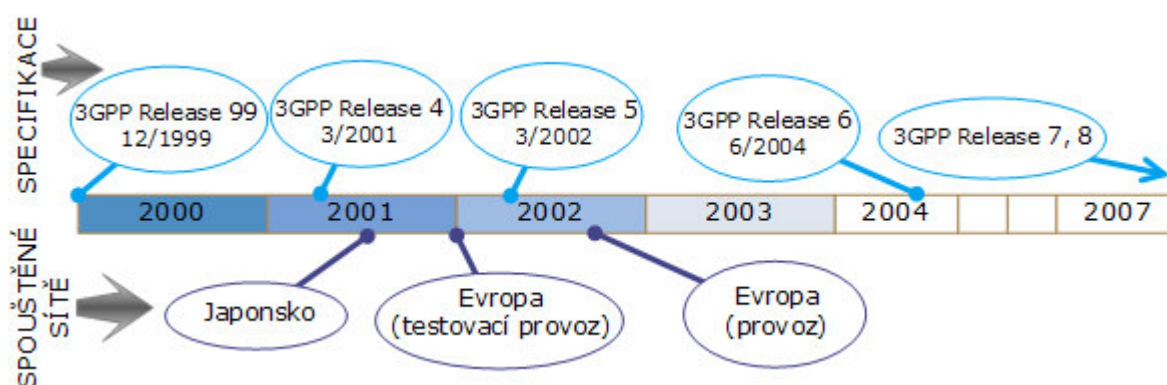
CO TO JE RELEASE

3GPP si stanovilo velmi ambiciózní cíl: vytvoření technických specifikací pro nový systém do roku 1999. Spolupráce mezi partnery v 3GPP se rychle rozjela, a tak byla většina technických podmínek do konce roku 1999 již v rozumně stabilním stavu. V březnu roku 2000 byl tedy takzvaný „Release² 1999“ 3GPP specifikací označen jako „frozen“. Jako „frozen“ se označují specifikace, na jejichž vývoji se již nadále nebude pracovat, respektive nebudou se již měnit. To tedy potom např. pro výrobce zařízení znamená, že může podle těchto „zmrazených“ specifikací postavit zařízení bez obav, že by se třeba za dva měsíce něco změnilo a on musel zařízení kvůli kompatibilitě navrhovat znovu.

¹ Např. v USA už bylo vykonáno mnoho práce na systému CDMA2000 (*Code Division Multiple Access 2000*), který zde byl odvozen z 2G. Proto tu odstartoval projekt 3GPP2, který řídí organizace TIA (*Telecommunications Industry Association*).

² V dokumentaci jsou jednotlivé specifikace vždy označovány jako tzv. „Release“. Je proto zcela přirozené je pod tímto názvem jmenovat, a tak tvořit názvy jednotlivých oddílů. Při práci s českým textem už ale není příliš vhodné české skloňování těchto anglických názvů – někdy to může znít zvláštně. Proto pak v textu pracuji také se slovem „specifikace“.

Ale dokonce i po zmíněném datu ustavení Release 99³ bylo třeba udělat mnoho úprav ve většině specifikací. To je totiž u projektu takového velkého rozsahu nevyhnutelné – vždy se najde něco, co by šlo udělat ještě lépe. 3GPP tedy začala pracovat na další specifikaci – Release 4, po jejím „zmrazení“ pak postupně na Release 5 atd. Tyto a další specifikace jsou také někdy jako celek označovány jako Release 2000 (R00). Zjistilo se totiž, že perioda jeden rok pro vytvoření významného počtu přidáných vlastností, aby bylo opodstatněné vydání nové specifikace, je příliš krátká, a tak 3GPP přestalo spojovat jména specifikací s konkrétními roky.



Obr. 1.1 Časový sled vydávání specifikací a jejich uvádění do provozu

Průběh specifikace

Specifikační práce se v 3GPP řídí třístupňovým modelem:

- Definují se požadavky pro nové služby.
- Specifikuje se architektura, aby splňovala dané požadavky, včetně popisu funkčních bloků a informačních toků mezi nimi.
- Funkční bloky jsou rozplánovány do jednotlivých fyzických jednotek a také jsou definovány vlastnosti protokolů mezi jednotkami na bitové úrovni.

Kromě výše uvedených specifikací existuje také skupina „test“ specifikací, které jsou většinou hotovy trochu později než předcházející.

STRUKTURA PRÁCE

V této práci se tedy zaměřuji na popsání jednotlivých vydaných specifikací. A to vždy ke každé specifikaci, jaké změny v síti byly učiněny a jaké jsou nabízeny služby. Je nutné si ale uvědomit, že problematika UMTS ve všech jejích vývojových stupních je velmi

³ Vžitě zkrácené označení Release 1999, často také R99.

rozsáhlá a na vyvíjení specifikací spolupracují celé týmy odborníků. Existují totiž tisíce stran různých specifikací a z časových a prostorových důvodů je nelze všechny rozvést zde, ba dokonce ani pročíst. Tuto práci lze tedy chápat jako určitý přehled různých změn v průběhu vývoje sítě UMTS. Naprostá většina použité zdrojové literatury je psána v angličtině, někdy tedy vzniká problém s překládáním odborných termínů. Snažím se uvádět i anglické názvy, pouhý překlad totiž nemusí být dosti výstižný.

Pro zběžnou představu o stavu zavádění jednotlivých specifikací do praxe pokládám za dobré uvést, že v této době se např. v České republice uvádí do skutečně reálného provozu Release 99. Také se již zavádějí vylepšení z Release 5 – např. HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*). Je dobré mít v průběhu čtení této práce na mysli určitý rozestup mezi vytvářením specifikací a jejich skutečnou aplikací do sítí. Operátoři nemají povinnost implementovat úplně všechny změny dané specifikace. Nutno je také nezapomínat, že jednotlivé implementace jsou prováděny do již postavené sítě, takže se vždy jedná o jakési přetváření a doplňování např. sítě GSM. Všichni uživatelé si totiž najednou nevymění své 2G mobilní telefony za 3G. Je tedy nutná tzv. koexistence 2G a 3G sítě. Více o koexistenci v [1].

Podíváme-li se na obsah jednotlivých kapitol, tak ho lze nastínit asi následujícím způsobem. Nejdříve v kapitole Release 99 rozebereme strukturu sítě a služby, je založena na GSM Phase 2+ a mění se zde hlavně rádiové rozhraní. V Release 4 se lze zabývat kvalitou služby (QoS) v síti a dále představením některých služeb založených na nových platformách.

Významnější změny pak přináší Release 5, kde je snaha o zavedení páteřní sítě na paketovém principu, IP Multimedia Subsystem (*IMS*), přichází také „High Speed Downlink Packet Access“ (*HSDPA*). V Release 6 se objevuje „Enhanced Dedicated Channel“ (*E-DCH*) – odpovídá HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*), princip na bázi IP až k Node B, snaha o IP (*Internet Protocol*) i na rádiovém rozhraní, a také „Multimedia Broadcast and Multicast Service“ (*MBMS*). Release 7 je zaměřena jednak na doplňování věcí z Release 6, ale také na širokopásmový přístup přes IMS. Release 7 se stále ještě utváří.

Nyní se tedy můžeme pustit do hlubin specifikací...

2. Vývoj specifikací v UMTS

Specifikace jsou vydávány postupně a to vždy, když je shromážděn dostatek podkladů a je vhodné dané nové vlastnosti seskupit do určité skupiny. V UMTS byly zatím vydány tyto specifikace: Release 99, Release 4, Release 5 a Release 6. V současné době se pracuje na vytvoření Release 7.

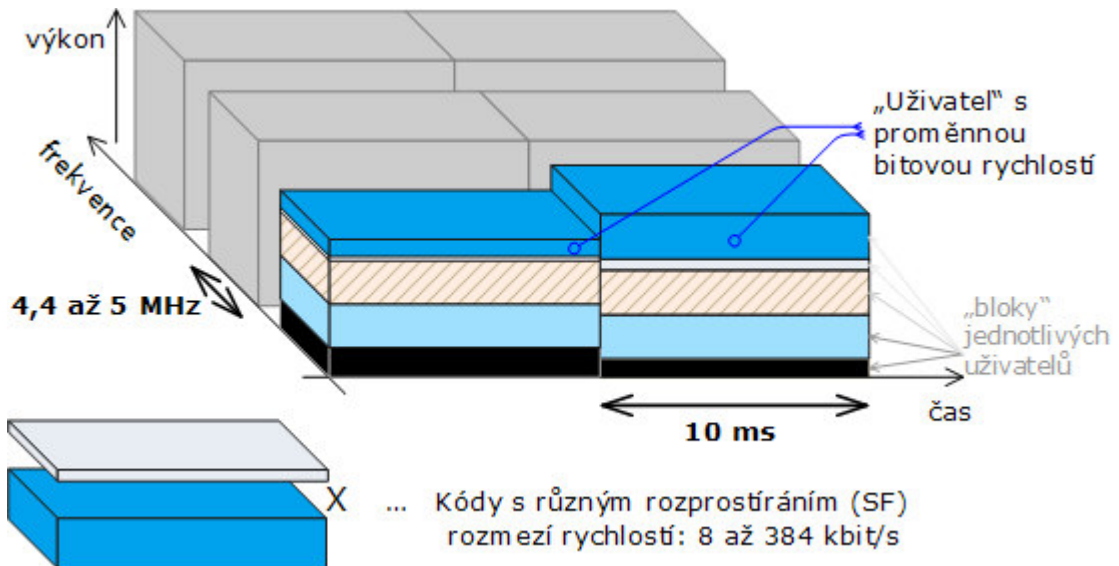
2.1. RELEASE 99

Jak už bylo předesíláno, vývoj Release 99 proběhl v návaznosti na GSM, speciálně tedy na přípravnou fázi – GSM Phase 2+, kde hlavním vylepšením bylo GPRS (*General Packet Radio Service*). GSM Release 99 byl vlastně poslední specifikací ve vývoji GSM, čímž byl tedy evidentně vývoj GSM ukončen a pokračuje se už pouze na vývoji sítí 3G. V této poslední GSM specifikaci byly do sítě přidány další prvky umožňující přístup založený na IP (*Internet Protocol*) od mobilního zařízení až např. do jiných nemobilních paketových sítí (internet atd.). Více o přechodu z GSM na UMTS z hlediska změn v síti včetně grafického schématu lze najít ve specifikaci TS 23.002.

Základním požadavkem na UMTS Release 99 bylo minimalizovat dopady na „Core Network“ (páteří síť, jádro sítě UMTS), když je představováno nové rádiové rozhraní UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*). Hlavními znaky je tedy vytvoření nového typu rozhraní mezi páteří sítí a přístupovými sítěmi a vylepšení signalizace v páteří síti, aby se zohlednily nové schopnosti nabízené novou přístupovou sítí UTRAN. Nabízí také rychlejší datové přenosy a další služby. Samozřejmě zůstávají zachované služby jako SMS (*Short Message Service*), nouzové volání atd.

2.1.1. STRUKTURA SÍTĚ

Na Obr. 2.1 je vidět zjednodušený náčrtek nejdůležitějších prvků sítě:



Obr. 2.2 Struktura přenášených WCDMA „bloků“

Páteřní síť

Standardizace pro CS část páteřní sítě, tedy část starající se o hovory prostřednictvím přepínání okruhů, byla odvozena z tradiční CS GSM sítě, přičemž nejvýznačnější komponentou je zde MSC (*Mobile Switching Centre*). MSC je většinou integrována spolu s VLR (*Visitor Location Register*), který vždy obsahuje databázi uživatelů, kteří se zrovna nacházejí v oné oblasti obsluhované daným MSC. V CS části se nachází také Gateway MSC (*GMSC*) pro účely propojení mobilní sítě s veřejnou telefonní sítí (*PSTN - Public Switched Telephone Network*).

Při navrhování páteřní sítě se vývojáři soustředili spíše na rozvoj GPRS domény (rozvoj probíhal z GSM 2+). Nejvýznamnějšími elementy v této paketové části (PS) jsou SGSN (*Serving GPRS Support Node*) a GGSN (*Gateway GPRS Support Node*). Úlohu MSC (a VLR) zde přebírá právě SGSN, zatímco GGSN se stará o propojování s okolním světem (např. s internetem). Na rozdíl od rozhraní Gb v GSM, rozhraní Iu PS nabízí propojení nazývaná jako tzv. „Iu Bearers“, což znamená rádiová spojení přes rozhraní Iu. Tato vlastnost je významným milníkem pro umožnění pozdější podpory zjišťování kvality poskytované služby ze začátku na konec přenosu⁶, přestože v Release 99 tato možnost není podporována.

⁶ Bývá označováno jako tzv. „end-to-end“ QoS (*Quality of Service*)



Obr. 2.3 Třídy QoS v UMTS se základními parametry

- **Konverzační** třída (*Conversational class*): Při přenosu v této třídě je garantováno kolísání časových odstupů mezi příchozími a odchozími pakety a jsou nabízena malá a přísně řízená zpoždění. Je zde také připuštěna určitá chybovost. Tato třída se většinou používá pro potřeby hlasové (multimediální) komunikace.
- **Kontinuální** třída (*Streaming class*): Kolísání časových odstupů je opět definováno, ale dovolené časové zpoždění je vyšší než v konverzační třídě. Většinou je užívána pro tzv. „streaming“ – tedy například videohovory atd. Určitá chybovost je opět tolerována, protože např. u videa nezáleží tolik na přesné kvalitě každého pixelu, ale na tom, aby bylo plynulé.
- **Interaktivní** třída (*Interactive class*): Možnost zadat požadavek a odezva jsou garantovány během celé doby trvání, přičemž musí být zajištěno, aby byl obsah přenesen správně. Rychlost výměny informací je závislá na požadavcích konkrétní aplikace. Například při používání internetu bude záviset doba odezvy na konkrétním typu informací, které budeme požadovat. Aplikace citlivé na zpoždění (řízení systémů, systémy pro případ nouze atd.) požadují rychlou interakci, zatímco např. hry či určování polohy pracují s proměnnými zpožděními.

- **Na pozadí** (*Background class*): Používá se, pokud cílové místo data neočekává. Cílové místo je prostě připraveno data přijmout, ale časové prodlevy nevadí. Uplatňuje se například u e-mailů a podobně. Pokud by však zpoždění bylo delší než minuta, už by to mohlo být znát. Uživatel u tohoto typu komunikace očekává naprosto bezchybnou komunikaci. Ztracené písmenko z e-mailu by tolik vadit nemuselo, ale při přenosech nějakých technických dat z měření by mohlo dojít k nepříjemným chybám.

Pro každou z výše uvedených tříd je dle [1] definována množina atributů, která je zpravidla uložena v HLR jako profil QoS. Jsou to například: maximální přenosové zpoždění, kolísání zpoždění, koeficient bitové chybovosti (*BER - Bit Error Ratio*), přenosová rychlost, typ přenosu (CS, PS...), charakteristika přenosu - proměnná (*VBR - Variable Bitrate*) nebo konstantní (*CBR - Constant Bitrate*) bitová rychlost atd.

Za zmínku stojí také služba podávající tzv. „místní“ informace (*LCS - Location Service*), jako např. info o nejbližším zdravotnickém zařízení, ubytování, restauraci, ale i aktuální dopravní situaci. LCS se v průběhu vývoje systému stále vylepšuje.

2.2. RELEASE 4

Po vypuštění Release 99 se ukázalo, že je třeba dosti věcí dále upravovat a vylepšovat. Například původně bylo záměrem Release 99 vytvořit technickou zprávu ohledně požadavků na tzv. end-to-end QoS (kvalita služby řízena od začátku na konec spojení) a předložit řešení zajišťující odpovídající kvalitu služby pro multimediální služby s přepínáním okruhů i paketů. Toto nakonec nebylo dokončeno a bylo to z Release 99 staženo. Je však logické, že tato myšlenka end-to-end QoS nebyla zahozena a objevuje se právě v Release 4.

Release 4 je pokud to řekneme obecně právě dosti postaven na takovýchto různých úpravách Release 99. Dále jsou zde také představeny různé služby. Drastičtějších zásahů do sítě se pak ujímá spíše následující Release 5. Protože se v literatuře Release 4 často přidružuje např. k Release 5, čerpám většinu informací ze souhrnu norem [6]. Zde lze také najít další obrázky, materiály a odkazy přímo na čísla norem, které dané oblasti specifikují.

2.2.1. STRUKTURA SÍTĚ

Jsou přidány některé nové vlastnosti, jako například ta že některé hovory mohou být přepínány sítí bez překódování. Objevuje se například také nový režim na rádiovém rozhraní a to TD-SCDMA (*Time Division – Synchronized Code Division Multiple Access*).

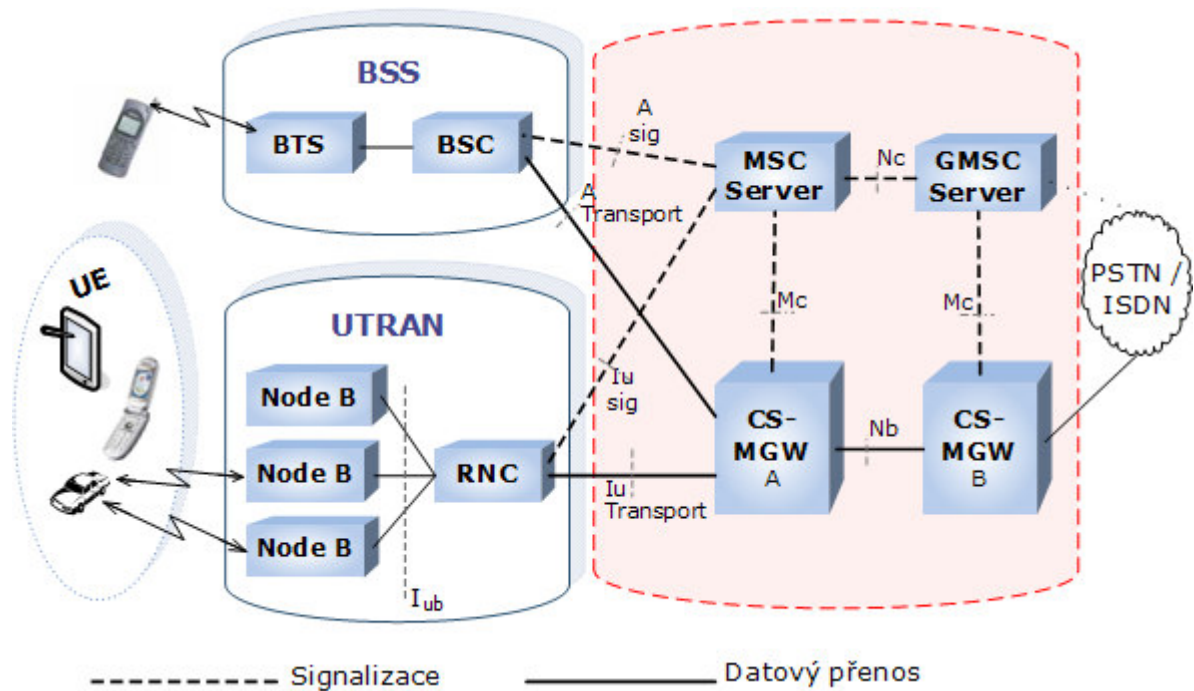
Architektura CS

Vylepšení CS je zde označováno takto: „Na přenosu nezávislá CS architektura (*BICC*)“⁹. Cílem tohoto vylepšení je oddělit přenos a řízení v CS doméně. Usiluje se zde o lepší efektivnost využití přenosových prostředků a konvergenci s přenosem PS domény.

Toto umožňuje používat jedinou množinu vrstev tří protokolů nad různými typy přenosů (jako je ATM - *Asynchronous Transfer Mode*, IP atd.). Uživatelé by neměli poznat, jestli jsou zrovna připojeni ke klasické CS doméně nebo k této nové, což předpokládá, že oba typy sítě nabízejí stejné přenosové i telefonní služby, mají stejné vnější chování při odbavování hovorů, stejné doplňkové i aplikační služby a podporu mobility. Takže žádný z protokolů používaných na rádiovém rozhraní není touto změnou v síti ovlivněn, což například znamená, že není třeba, aby mobilní terminál podporoval IP, i když přenosový protokol používaný v síti IP je.

Základní princip tkví v tom, že MSC je rozděleno na MSC Server a na Circuit Switched Media Gateway (*CS-MGW*). Vnější rozhraní pak zůstávají stejná jako pro „jednoblokové“ MSC, jak je to jen možné. MSC Server zajišťuje signalizaci - odbavování hovorů a funkce řízení mobility (*MM*). CS-MGW se stará o funkce pracující kontinuálně, například řízení přenosu (*bearer control*) a využití přenosových prostředků. V podstatě tak spravuje uživatelova data. Stejný postup se aplikuje na GMSC – rozdělení také na GMSC Server a CS-MGW. Princip je vidět na Obr. 2.4, kde je zohledněna i možná koexistence s GSM.

⁹ Bývá nazýváno jako tzv. „Bearer Independent CS architecture“.



Obr. 2.4 Síťová architektura BICC

Nové mechanismy při kódování

V běžném spojení dvou mobilních stanic je hlasový signál nejdříve překódován v mobilním přístroji a pak vyslán přes rádiové rozhraní. Po zachycení je překódován např. do „A-law“ v lokálním převodníku kódů (*TRAU - Transcoder and Rate Adapter Unit*), přenesen páteří sítí a na opačné straně v opačném pořadí dekódován. Pokud je použito rozhraní Iu, nachází se převodník kódů v MSC.

Při konfiguraci BICC popsané výše dojde k tomu, že řečové kodeky (vždy páry kodér - dekodér) začnou pracovat v jakémsi „tandemu“ (*Tandem Operation*). Za určitou nepříjemnost této „tandemové konfigurace“ lze označit zhoršení kvality hlasového signálu. Toto zhoršení se stává více patrným, pokud hlasové kodeky mají zpracovávat signály s malou energií (tiché), navíc ještě v rušivých podmínkách. Dochází tady ale také k dvojitému překódování. Aby tomu bylo zabráněno, užívá se různých mechanismů, např.: „Out-of-Band Transcoder Control“ (*OoBTC*), „Tandem Free Operation“ (*TFO*, také nazývané „in-band TFO“, pokud používá „vnitropásmovou“ signalizaci), a také „Transcoder Free Operation“ (*TrFO*).

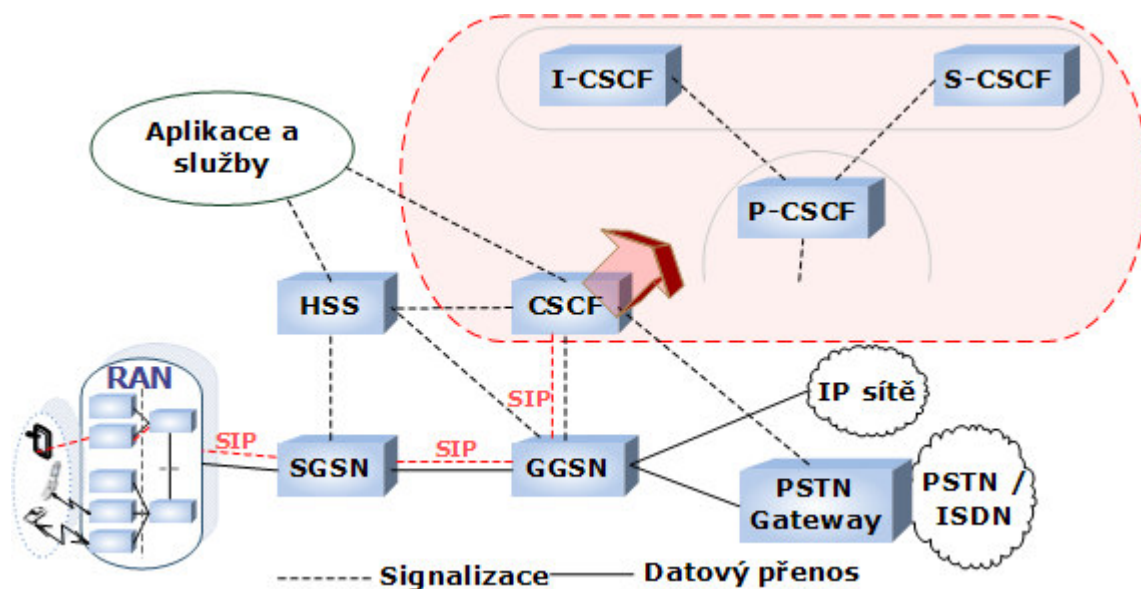
v CN a je snaha o co nejmenší dopad změn na ostatní prvky sítě. Jako hlavní protokol pro IMS byl vybrán tzv. „Session Initiated Protocol“ (*SIP*), pro jeho flexibilitu a také aby byl usnadněn vývoj a možnost propojení mezi 3GPP sítěmi a pevnými IP sítěmi.

K přenosu IMS signalizace a dat užívá IMS přenosových možností, které poskytuje PS doména a UTRAN. V podstatě lze říci, že PS doména a přístupová síť pohlíží na IMS signalizaci a aplikace jako na běžný datový tok (uživatel), a tak je zajištěn minimální dopad zavedení IMS na ostatní prvky sítě.

Jak je vidět z Obr. 2.10, hlavní úlohu pro IMS hraje tzv. „Call Session Control Function“ (*CSCF*), která se skládá ze tří hlavních částí – „Interrogation“ (*I-CSCF*), „Serving“ (*S-CSCF*) a „Proxy“ (*P-CSCF*).

Každý požadavek signalizace uživatele (např. aktivace, zahájení hovorové relace, či požadavek po jiné aplikaci nebo službě) se v IMS nejdříve dostane na *P-CSCF* (která je připojena na GGSN). *P-CSCF* přepošle zprávy *SIP* k *I-CSCF*, případně také k *S-CSCF*.

I-CSCF poskytuje přípojný bod k síti daného operátora a umožňuje účastníkům daného operátora (včetně těch připojených pomocí služby „roaming“) se zaregistrovat. Jakmile je účastník zaregistrován, *S-CSCF* zajistí poskytnutí všech požadovaných IMS služeb.



Obr. 2.10 Struktura sítě s IMS v CN

CAMEL fáze 4

„Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic“ - vylepšení sítě, které zajišťuje mechanismus pro podporu služeb operátorů, které jdou nad to, co je označováno jako standardizované služby. Tato fáze zahrnuje funkce z CAMEL3 plus rozšíření z Release 5. Některá nová vylepšení nad CAMEL3 jsou tato:

- Podpora CAMEL v IMS – CSE (*Camel Service Environment*) - získání schopnosti ovládat dění v IMS. CSE může vysílat různé požadavky, řídit IMS – např. přesměrování relací, vykonávání operací spojených se zpoplatňováním služeb, atd.
- Kontrola CAMEL nad MT SMS (*Mobile Terminating Short Message Service*).
- Zjišťování přesných informací o pozici volaného účastníka.

2.4. RELEASE 6

Vývoj UMTS jde po nasazení HSDPA dále dopředu a je použit podobný kanál, ale tentokrát pro odesílání informací – tedy tzv. „Enhanced Dedicated Channel“ (*E-DCH*). Zvýšení rychlosti na příjmu dat je očekáváno s přicházejícími pokročilými přijímači. Nové možnosti vysílání přináší tzv. „Multimedia Broadcast/Multicast Services“ (*MBMS*) vylepšení. Další význačné rysy Release 6 jsou např. sdílení přístupové sítě, rozšíření v podobě podpory integrace WLAN (*Wireless Local Area Networks*) do sítě, úpravy QoS, nové možnosti SIP, širokopásmový řečový kodek AMR (včetně podpory přenosu hudby). Zlepšuje se také hlas a video přes IP.

V této specifikaci se jde ještě dál, co se týče paketové části sítě. Je specifikována až k anténě a snaha je také o IP na rádiovém rozhraní. Dochází také ke změnám antén. Dále dochází na další stupeň IMS (např. podpora zpráv, konferencí, spolupráce s CS a PS sítěmi).

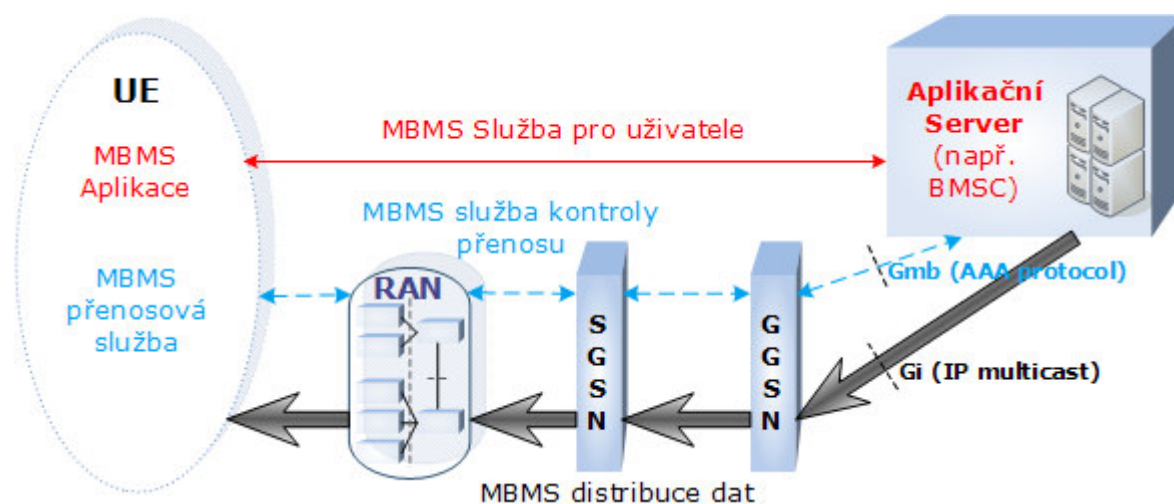
2.4.1. STRUKTURA SÍTĚ

Dle specifikace Release 5 je možné zajistit 384 kbit/s²¹ pro vysílání z mobilního terminálu (*uplink*). Od té doby, co přicházejí služby založené na IP, se však objevuje požadavek na zvyšování prostupnosti, dosahu a snižování zpoždění právě i při vysílání. Služby, které

²¹ Rychlosti udávané v této kapitole udává zdroj [13].

uživatelům v jedné buňce za použití stejných rádiových prostředků. Funkci MBMS naznačuje Obr. 2.15.

Přenášení stejných dat k mnoha příjemcům umožňuje sdílení síťových prostředků, architektura MBMS tak umožňuje efektivní využití rádiových prostředků a prostředků CN. MBMS může být poskytována na různě velké ploše – na ploše až o velikosti celé sítě (*broadcast*) - např. reklama, nebo jen na určitém území, či pro určitou skupinu uživatelů – třeba obchodní dům (*multicast*). Jako „multicast“ funguje např. distribuce sportovních přenosů. Tuto službu je pak nutno si objednat a zaplatit.



Obr. 2.15 Princip MBMS s naznačením vrstev

2.5. RELEASE 7

Jak je uváděno v [8], tato specifikace se hlavně týká jemného doladování, postupného zlepšování a případného opravování vylepšení a technických řešení v předchozí specifikaci (Release 6), případně i dřívějších. Cílem je zajistit, aby produkty a služby UMTS/HSDPA byly vysoké kvality, korektně fungovaly a aby bylo v praxi plně dosaženo zamýšlených cílů. Bude také zohledněno, jaké zkušenosti mají zákazníci s těmito, už dříve implementovanými službami.

Protože vytváření Release 7 v současnosti stále probíhá, lze dále mluvit o předpokládaných cílech, kterých se má dosáhnout, případně již bylo dosaženo. Dokud ale není specifikace „zmrazena“ – tedy prohlášena za hotovou, může ještě v některých věcech dojít k úpravám, například mohou být nějaké úkoly přesunuty do Release 8 na které se již

3. Výukový program

Na základě této práce je vytvářen výukový program „Vývoj UMTS“. Jeho tvorba vychází ze snahy katedry telekomunikační techniky o co největší názornost výuky. Právě pomocí elektronických kurzů lze dosáhnout dobrých výsledků při snaze proniknout do určité problematiky. Tato aplikace bude určena pro tzv. „Class server“.

Užitečnost na úvod ilustruji na příkladu. Student nebo někdo jiný z odborné veřejnosti bude mít zájem prozkoumat vývoj sítí třetí generace. Na serveru www.lg.cvut.cz využije možnosti spustit si tento výukový program. Pročtením textu, prostudováním obrázků a zhlédnutím animací má příležitost vrýt si předkládanou problematiku do mysli. Na závěr je možnost otestovat si získané znalosti v krátkém testu.

Struktura výukového programu odpovídá této bakalářské práci. Celková finální adresářová struktura projektu je uložena na CD přiloženém k této práci – počátečním adresářem je „Vyvoj_UMTS“. Konkrétní forma programu se zakládá na předem definované šabloně „eTelekomunikace.dot“ v programu Word, z které je pak prováděn převod do formy webové stránky. Dokument vytvořený na základě této šablony je uložen na přiloženém CD v souboru „text.doc“.

Z převodu a následného využití především prostřednictvím internetu však vyplývají určité odlišnosti mezi touto prací a požadavky zadání do šablony. Nedefinují se zde křížové odkazy a nevkládají se přímo obrázky. Obrázky a animace jsou totiž uloženy v definované struktuře a to nejen ve formátu JPEG pro zobrazení, ale také jako zdrojové soubory (např. Microsoft Visio, Photoshop atd.). Tím je zajištěno, že může být snadno provedena pozdější úprava obrázků, i kdyby již původní autor projektu nebyl k dispozici. Animace jsou provedeny také z některých obrázků v této práci – např. Obr. 2.3, Obr. 2.11.

Pro převod do šablony je definována ještě celá řada dalších instrukcí, které jsou podrobně popsány v příslušných dokumentech. Existuje např. také tzv. „Grafický manuál“, který pomáhá s vhodnou volbou barev a tím, aby projekty měly jednotnou strukturu a formu.

Z materiálů, které odevzdávám v rámci této práce tak bude v nejbližší době vytvořena popsaná výuková aplikace. Doufám, že bude sloužit širokému okruhu zájemců o danou problematiku v oblasti telekomunikací.

4. Závěr

Tímto se tedy dostávám k závěru bakalářské práce. Podařilo se mi zde shrnout některé základní skutečnosti týkající se vývoje sítí třetí generace. Zjistil jsem, že tyto sítě jsou skutečně velmi propracovaným řešením pro další rozvoj komunikace. V jednotlivých dalších a dalších specifikacích je vidět, jak se různé věci vylepšují, či se napravují zjištěné chyby. Zaujalo mě, že se také zkoumá, jaký reálný dopad má předchozí specifikace a dělají se různé studie, zda je vůbec něco možno realizovat, aby se nerozhodovalo jenom „od stolu“.

Zatím to vypadá tak, že operátoři skutečně uvádějí 3G sítě do provozu a to po celém světě. Otázkou však je, jak k tomu přistoupí zákazníci. Slyšel jsem totiž i názory typu: „Kdo se prosím vás bude dívat na televizi v mobilu někde v parku? Kdo se bude na někoho dívat při videohovoru?“ Toto skutečné uvedení 3G sítí „mezi lidmi“ bude záležet také na propracovanosti marketingových strategií jednotlivých operátorů. Samozřejmě kromě Japonska, kde za chvíli možná tamějším požadavkům nepostačí ani 3G, i když se jedná o tak flexibilní strukturu, že by k tomu snad zatím nemělo dojít.

Tím jsem se dostal k očekávanému dalšímu rozvoji 3G. Ve výhledu na léta 2008 až 2012 se soustředí na efektivitu při práci se spektrem, kvalitu hlasu a vylepšování datových služeb, aby měly např. co nejmenší dobu odezvy a také vysokou kapacitu (až 100 Mbit/s). Při pohledu za rok 2012 to vypadá, že bude vyžadována datová rychlost větší než 100 Mbit/s. Nyní dochází teprve k výzkumu v oblasti technologií a služeb, které by měly být standardizovány pro sítě čtvrté generace (4G). Snahou je ustanovit pozvolný přechod k sítím 4G a to dle požadavků trhu a zákazníků.

Při zpracovávání práce jsem zjistil, že to rozhodně nebude a svým rozsahem ani nemůže být práce zcela pokrývající danou problematiku. Různých informací a vylepšení je totiž ke každé specifikaci obrovské množství, přičemž ani nemluvím o podrobném zkoumání každé jednotlivě.

Volil jsem prakticky vždy mezi následujícími variantami – buď jenom suše vyjmenovávat, co se objevilo nového anebo u důležitých věcí sdělit i čeho se otázka reálně týká a jak to případně vypadá. Mezi těmito dvěma variantami jsem se rozhodl nějakým způsobem balancovat, což se doufám alespoň částečně podařilo.

Vím o oblastech, které jsem bohužel příliš nerozebral, jako jsou například antény MIMO, které jen zmiňuji u Release 7. Pokud jste zjistili, že zde něco opravdu chybí, budu rád, když mi to sdělíte. Pro názornost se můžete u této práce podívat také na připojené animace v programu Flash. Pokud Vás problematika zaujala, můžete v nejbližší době využít další názornou pomůcku, a to již zmiňovaný výukový program.

Seznam zkratek

3GPP	Third Generation Partnership Project
AAA	Authentication Authorization Accounting
ACK	Acknowledgement
AMC	Adaptive Modulation and Coding
AMR	Adaptive Multi Rate
AN	Access Network
API	Application Programming Interface
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AuC	Authentication Centre
BER	Bit Error Ratio
BICC	Bearer Independent CS architecture
BMSC	Broadcast Multicast Service Center
BS	Base Station
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
CAMEL	Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic
CBR	Constant Bitrate
CDMA	Code Division Multiple Access
CEPT	Conference of European Posts and Telecommunications
CLDC	Connected Limited Device Configuration
CM	Communication Management
CN	Core Network
CS	Circuit Switched
CSCF	Call Session Control Function
CSE	Camel Service Environment
CS-MGW	Circuit Switched Media Gateway
DECT	Digital European/ Enhanced Cordless Telephone
DCH	Dedicated Channel
DRNC	Drifting Radio Network Controller
E-DCH	Enhanced Dedicated Channel
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCS	Fast Cell Selection
FDD	Frequency Division Duplex
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FEC	Forward Error Correction
GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobile Switching Centre
GPRS	General Packet Radio Service

GSM	Global System for Mobile
GTP	GPRS Tunneling Protocol
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request
HLR	Home Location Register
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HS-DPCCH	High Speed Dedicated Physical Control Channel
HS-DSCH	High Speed Downlink Shared Channel
HS-PDSCH	High Speed Physical Downlink Shared Channel
HS-SCCH	High Speed Shared Control Channel
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
I-CSCF	Interrogation-Call Session Control Function
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMT-2000	International Mobile Telecommunications
IP	Internet Protocol
IrDA	Infrared Data Association
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
Iu	Interconnection Point Between an RNC and a Core Network
Iub	Interface Between an RNC and a Node B
Iur	Logical Interface Between Two RNCs
J2ME	Java 2 Micro Edition
JPEG	Join Photographic Experts Group
LCS	Location Services
LMMSE	Least Minimum Mean Squared Error
MAC	Medium Access Control
MBMS	Multimedia Broadcast/Multicast Service
ME	Mobile Equipment
MExE	Mobile Execution Environment
MIDP	Mobile Information Device Profile
MM	Mobility Management
MMS	Multimedia Messaging Service
MSC	Mobile Switching Centre
MT	Mobile Terminal
MT SMS	Mobile Terminating Short Message Service
NACK	Negative Acknowledgement
OoBTC	Out-of-Band Transcoder Control
OSA	Open Service Architecture
OTDOA	Observed Time Difference Of Arrival
P-CSCF	Proxy-Call Session Control Function
PDA	Personal Digital Assistant
PLMN	Public Land Mobile Network
PNG	Portable Networks Graphics

PoC	Push-to-talk over Cellular
PS	Packet Switched
PSTN	Public Switched Telephone Network
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RAN	Radio Access Network
RNC	Radio Network Controller
RRM	Radio Resource Management
SAT	SIM Application Toolkit
SAW	Stop and Wait
SCF	Service Capability Features
S-CSCF	Serving-Call Session Control Function
SF	Spreading Factor
SGSN	Serving GPRS Support Node
SHO	Soft HandOver
SIP	Session Initiation Protocol
SMS	Short Message Service
SRNC	Serving Radio Network Controller
SVG-T	Scalable Vector Graphics-Tiny
TCP	Transmission Control Protocol
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TD-SCDMA	Time Division – Synchronized Code Division Multiple Access
TFO	Tandem Free Operation
TIA	Telecommunications Industry Association
TRAU	Transcoder and Rate Adapter Unit
TrFO	Transcoder Free Operation
TTI	Transmission Time Intervals
UDP	User Datagram Protocol
UE	User Equipment
UL	Uplink
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USAT	Universal SIM Application Toolkit
USB	Universal Serial Bus
USIM	Universal Subscriber Identity Module
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VBR	Variable Bitrate
VLR	Visitor Location Register
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WLAN	Wireless Local Area Networks