

Pedagogická fakulta Jihočeské Univerzity

Katedra informatiky

# **Datové přenosy po GSM sítích, technologie HSCSD, GPRS a UMTS**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Tomáš Velický**

vedoucí diplomové práce

PaedDr. Petr Pexa

České Budějovice 2002

## Anotace

Mobilní sítě GSM byly původně vyvíjeny za účelem přenosu hlasu. Protože ale fungují na digitálním principu i lidský hlas se v nich přenáší v digitální formě. Proto je celkem snadné s jejich pomocí přenášet nejen hlas, ale i data.

Práce se zabývá nejnovějšími technologiemi přenosu dat po GSM sítích. V úvodu je nastíněn vznik a vývoj GSM sítí. Následuje technický popis architektury GSM sítě a základní principy její komunikace. Další kapitoly se již věnují jednotlivým technologiím přenosu dat, a to konkrétně CSD (Circuit Switched Data), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) a GPRS (General Packet Radio Service). Předposlední kapitola se zabývá nástupci dnešních sítí GSM, kterými jsou sítě třetí generace UMTS.

*Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím literatury a zdrojů uvedených v části Použité zdroje.*

Tomáš Velický

# OBSAH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 ÚVOD - HISTORIE A VZNIK PRVNÍCH MOBILNÍCH SÍTÍ, VZNIK GSM .....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1 OD OLN PŘES NMT K GSM .....   | 6         |
| 1.2 1982 - VZNIK GSM GROUP .....  | 9         |
| 1.3 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA SYSTÉM GSM .....  | 10        |
| <b>2 ROZDĚLENÍ BEZDRÁTOVÝCH TELEKOMUNIKAČNÍCH SYSTÉMŮ Z HLEDISKA<br/>GENERACÍ.....</b>                                      | <b>12</b> |
| 2.1 GENERACE 1 – ANALOGOVÉ SYSTÉMY – NMT, AMPS, TACS .....  | 12        |
| 2.2 GENERACE 2 – DIGITÁLNÍ SYSTÉMY – GSM 900, DCS 1800, PDC 1900, D-AMPS, PCS,<br>CDMAONE, DIGITAL CDMA, DIGITAL TDMA ..... | 12        |
| 2.3 GENERACE 2,5 – HSCSD, EDGE, GRPS .....  | 13        |
| 2.4 GENERACE 3 – DIGITÁLNÍ SYSTÉMY – UMTS, CDMA 2000, 3G .....  | 13        |
| <b>3 GSM PHASE .....</b>  | <b>14</b> |
| 3.1 ROZDĚLENÍ SLUŽEB GSM PODLE ZPŮSOBU VYUŽITÍ .....  | 14        |
| 3.2 GSM PHASE 1 .....   | 15        |
| 3.2.1 Telematické služby Phase 1 .....  | 15        |
| 3.2.2 Nadstavbové služby Phase 1 .....  | 15        |
| 3.2.3 Doplnkové služby Phase 1 .....  | 15        |
| 3.2.4 Shrnutí GSM Phase 1 .....   | 16        |
| 3.3 GSM PHASE 2 .....   | 17        |
| 3.3.1 Telematické služby Phase 2 .....  | 18        |
| 3.3.2 Doplnkové služby Phase 2 .....  | 18        |
| 3.3.3 Shrnutí GSM Phase 2 .....   | 20        |
| 3.4 GSM PHASE 2+ .....  | 21        |
| 3.4.1 Release 96 .....  | 21        |
| 3.4.1.1 Telematické služby Release 96 .....   | 21        |
| 3.4.1.2 Nadstavbové služby Release 96 .....   | 22        |
| 3.4.1.3 Doplnkové služby Release 96 .....   | 22        |
| 3.4.1.4 Funkce SIM karty v Release 96 .....   | 23        |
| 3.4.1.5 Doplnky do funkcí samotné sítě v Release 96 .....   | 23        |
| 3.4.1.6 Shrnutí Release 96 .....  | 24        |
| 3.4.2 Release 97 .....  | 25        |
| 3.4.2.1 Nadstavbové služby Release 97 .....   | 25        |
| 3.4.2.2 Doplnkové služby Release 97 .....   | 25        |
| 3.4.2.3 Shrnutí Release 97 .....  | 26        |
| 3.5 RELEASE 99 .....  | 27        |
| 3.5.1 Nadstavbové služby Release 99 .....   | 27        |
| 3.5.2 Doplnkové služby Release 99 .....   | 27        |
| 3.5.3 Funkce SIM karty v Release 99 .....   | 28        |
| 3.5.4 Doplnky do funkcí samotné sítě v Release 99 .....   | 28        |
| 3.5.5 Shrnutí Release 99 .....  | 28        |
| <b>4 ARCHITEKTURA GSM SÍTĚ .....</b>  | <b>30</b> |
| 4.1 CELULÁRNÍ PRINCIP GSM SÍTĚ .....  | 30        |
| 4.2 Z ČEHO SE SKLÁDÁ SYSTÉM GSM .....   | 31        |
| 4.2.1 Externí telekomunikační síť .....   | 32        |
| 4.2.2 Operátoři .....   | 32        |
| 4.2.3 Celulární systém GSM .....  | 32        |
| 4.2.3.1 Mobilní stanice (MS) .....  | 34        |
| 4.2.3.2 Subsystem základnových stanic (BSS) .....   | 35        |
| 4.2.3.3 Síťový a spínací subsystém (NSS) .....  | 36        |
| 4.2.3.4 Operační subsystém (OSS) .....  | 38        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.3 PRINCIP ČASOVÉHO MULTIPLEXU .....   | 38        |
| 4.3.1 Sloty, Rámce, Multirámce .....  | 39        |
| 4.3.2 Přenos dat .....  | 41        |
| <b>5 DATOVÉ PŘENOSY V SÍTÍCH GSM .....</b>                                      | <b>43</b> |
| 5.1 JAK PŘENÁŠET DATA V SÍTÍCH GSM .....  | 43        |
| 5.2 TRANSPARENTNÍ A NETRANSPARENTNÍ DATOVÉ PŘENOSY .....                        | 46        |
| 5.2.1 Netransparentní režim přenosu dat .....                                   | 46        |
| 5.2.2 Transparentní režim přenosu dat .....                                     | 48        |
| 5.3 CSD (CIRCUIT SWITCHED DATA) – DATOVÉ PŘENOSY RYCHLOSTÍ 9,6 A 14,4 KBPS..... | 49        |
| 5.3.1 Shrnutí .....   | 51        |
| 5.4 HSCSD (HIGH SPEED CIRCUIT SWITCHED DATA) .....                              | 51        |
| 5.4.1 Technologie HSCSD.....  | 52        |
| 5.4.1.1 Třídy HSCSD .....   | 53        |
| 5.4.1.2 HSCSD třída 6 .....   | 54        |
| 5.4.2 Shrnutí .....   | 55        |
| 5.5 GPRS (GENERAL PACKET RADIO SERVICE) .....                                   | 56        |
| 5.5.1 Změny v síti GSM nutné pro funkci GPRS.....                               | 56        |
| 5.5.1.1 Uzly SGSN .....   | 57        |
| 5.5.1.2 Uzly GGSN.....  | 58        |
| 5.5.2 Služby GPRS založené na paketovém přenosu .....                           | 58        |
| 5.5.3 Přenosová rychlost GPRS .....   | 61        |
| 5.5.4 Shrnutí .....   | 62        |
| <b>6 UMTS (UNIVERSAL MOBILE TELEPHONE STANDARD) – MOBILNÍ SÍŤ TŘETÍ</b>         |           |
| <b>GENERACE.....</b>  | <b>63</b> |
| 6.1 UMTS JAKO OSTRŮVKY V MOŘI GSM .....   | 63        |
| 6.2 KONCEPCE A PŘENOSOVÁ RYCHLOST UMTS.....                                     | 63        |
| 6.2.1 CDMA – kódový multiplex .....   | 64        |
| 6.2.2 Přenosová rychlost UMTS.....  | 66        |
| 6.2.3 Shrnutí .....   | 66        |
| <b>7 ZÁVĚR .....</b>  | <b>67</b> |
| <br>  |           |
| <b>POUŽITÉ ZDROJE.....</b>  | <b>68</b> |
| <br>  |           |
| <b>PŘÍLOHA – MALÝ TELEKOMUNIKAČNÍ SLOVNÍK</b>                                   |           |

# 1 Úvod - historie a vznik prvních mobilních sítí, vznik GSM

## **Poznámka na úvod:**

V této práci se vyskytuje velké množství nejrůznějších zkratk a technických pojmů. Pokud se v textu vyskytnou ojediněle, je v závorce (většinou) uveden jejich plný tvar, popřípadě jejich význam. Zkratky a pojmy, které se často opakují nebo přímo nesouvisí s textem, jsou přehledně shrnuty v příloze „Malý telekomunikační slovník“.

## **1.1 Od OLN přes NMT k GSM**

Mobilní sítě již existují poměrně dlouho. Již v roce 1949 vznikla v Nizozemí první komerční mobilní síť OLN (Openbaar Landelijk Net). V době svého vrcholu měla 2600 uživatelů. V dnešní době, kdy se počet účastníků mobilních sítí počítá ve stovkách milionů, se tomu nelze než pousmát. Nenabízela taktéž žádný komfort známý dnes. Telefonovat šlo pouze přes operátorky, které hovory spojovaly a hovory byly simplexní (hovořit mohl pouze jeden člověk). Šlo vlastně o vysílačky napojené na telefonní síť pomocí přepínání kabelů.

Ještě v sedmdesátých letech 20. století nebyl vývoj mobilních sítí příliš vzdálen od úrovně sítě OLN. Hovor byl sice již duplexní (oba účastníci mohou hovořit najednou) a bylo možné telefonovat bez pomoci spojovatelky, ale stále se vyskytovalo mnoho problémů bránící masovému rozšíření. Mezi hlavní problémy patřila velmi nízká kapacita sítě a omezené pokrytí. Mobilní stanice se vzhledem ke své velikosti daly používat pouze v autě a v porovnání s dnešními mobilními telefony měli obrovskou spotřebu energie. Základnové stanice používali svoje přesné frekvence, které již žádná jiná stanice v síti nemohla používat. Měli sice dosah až stovek kilometrů, ale pokud jste vyjeli z dosahu stanice, byl hovor přerušen a novým bylo možno navázat až po připojení na jinou základnovou stanici.

Už v šedesátých letech se proto v Bellových laboratořích začalo pracovat na systému, který by odstranil většinu nevýhod dosavadních mobilních sítí. Právě v této době vznikl systém celulární sítě, který je základem dnešních sítí GSM. Území je rozděleno na mnoho malých buněk, jež jsou obsluhovány základnovými stanicemi. Mezi jednotlivé buňky se rozdělily dostupné frekvence tak, aby bylo možné použít stejnou frekvenci vícekrát. Bylo nutné dodržovat pouze pravidlo stanovující vzdálenost buněk používající stejnou frekvenci. Toto opakování se frekvencí v rámci jedné sítě byl velmi důležitý prvek. Díky nové architektuře měli buňky velikost několik desítek kilometrů, tudíž pravděpodobnost, že se účastník ocitne mimo jednu buňku, se zvýšila. Bylo proto nutné vyřešit předávání hovorů mezi základnovými stanicemi. Dále bylo potřeba najít automatický mechanismus určování polohy mobilní stanice v síti, aby bylo možné do ní přesměrovávat hovory.<sup>1</sup>

Oba naznačené problémy šly v šedesátých letech velmi těžko řešit. Byly sice známé mechanismy, ale zaostávala technologie. Na lepší časy se začalo blýskat až po roce 1970, kdy se na trh dostaly mikroprocesory schopné řešit tyto úlohy. Vývoj nové mobilní sítě se tímto protáhl přes celá sedmdesátá léta a až v roce 1983 byla ve Spojených státech amerických k dispozici první mobilní síť založená na novém standartu AMPS (Advanced Mobile Phone System) v pásmu 800 MHz a s analogovým přenosem.

V roce 1981 vznikla první mobilní celulární síť i v Evropě. Konkrétně šlo o síť švédského operátora Televerket<sup>2</sup> (dnešní Telia). Severské státy se tak staly průkopníkem na poli mobilní komunikace v Evropě. Tato síť je také často pokládána za první celulární síť a první síť založenou na skandinávském standartu NMT (Nordic Mobile Telephone), ale není to pravda. Celosvětově první celulární

---

<sup>1</sup> Problematice funkce celulárních sítí se věnuji podrobně v kapitole číslo 4 „Architektura GSM sítí“.

<sup>2</sup> Tato firma bude v dalších kapitolách velmi často zmiňována neboť stála u zrodu technologie GSM a patří mezi nejvýznamnější firmy v oblasti mobilní komunikace.

sítí byla NMT síť v Saudské Arábii, která odstartovala již 1. 9. 1981, což bylo o měsíc dříve, než švédský Televerket.

Sítě založené na standartu NMT se následovně rozšířily také v Belgii, Nizozemí, Lucembursku a Rakousku. Ostatní evropské státy se ke standartu NMT nepřiklonily, i když možnosti celulárních sítí sledovaly. Státy západní Evropy se raději přiklonily k zadání vývoje vlastních konceptů domácím dodavatelům.

Na počátku roku 1990 tak existovalo celkem šest evropských standardů a jejich 11 modifikací, které nebyly navzájem kompatibilní. Výsledkem bylo, že například uživatelé skandinávské verze systému NMT 450 nemohli své mobilní telefony používat v síti NMT 450 v Nizozemí nebo Belgii, přestože jejich operátoři mezi sebou uzavřeli roamingové dohody. Pro ilustraci uvádím v následující tabulce přehled evropských mobilních sítí druhé generace. Je z ní patrné, že prakticky každý evropský stát nebo skupina států používala svůj standart.

| Frekvenční pásmo | Standard      | Země (rok zprovoznění)   |
|------------------|---------------|--|
| 450 MHz          | NMT 450-25    | Švédsko (1981), Dánsko (1981), Norsko (1982), Finsko (1982)                                    |
|                  | NMT 450 B     | Nizozemí (1985), Belgie (1987), Lucembursko (1987)   |
|                  | NMT 450-25S   | Španělsko (1982)   |
|                  | NMT 450-25S   | Rakousko (1985)  |
|                  | NMT 450-12,5  | Francie (1988)   |
|                  | C450-20       | Západní Německo (1986)   |
|                  | C450-25       | Portugalsko (1988)   |
|                  | RTMS          | Itálie   |
| 900 MHz          | NMT 900       | Švédsko (1986), Dánsko (1986), Norsko (1986), Finsko (1986), Švýcarsko (1987), Nizozemí (1988) |
|                  | TACS/ETACS    | Velká Británie (1985), Irsko (1986), Rakousko (1990), Itálie (1989), Španělsko (1990)          |
| Více než 900 MHz | Radiocom 2000 | Francie (1986)   |

Tabulka 1 - přehled evropských mobilních sítí druhé generace



I přes tuto vzájemnou nekompatibilitu jednotlivých sítí však vývoj trhu v této oblasti nestagnoval, ale naopak velmi rostl. Například již zmiňovaná švédská síť Televerket přilákala devětkrát více zákazníků, než byly neoptimističtější předpoklady. Mobilní sítě založené na standardu 450 MHz proto začali mít kapacitní problémy a bylo jasné, že přílivu nových zákazníků a jejich nárokům nebudou moci v brzké době dostát.

Z těchto důvodů bylo logickým krokem hledání nového standardu, který by vyhovoval jednak svojí dostatečnou kapacitou, a také vzájemnou kompatibilitou jednotlivých národních sítí. Začíná se pracovat na standardu GSM, dnes nejrozšířenějším systému mobilních sítí<sup>3</sup>.

## 1.2 1982 - vznik GSM group

První skutečný krok směrem k GSM byl učiněn v roce 1982, kdy se skupina evropských operátorů dotázala institutu CEPT (Conference of European Post and Telecommunications) na možnost standardizace celoevropského mobilního komunikačního standardu. CEPT<sup>4</sup> se začal tímto problémem vážně zabývat v červnu 1982. Byla ustanovena pracovní skupina Groupe Spécial Mobile. Odtud pochází původní zkratka GSM. Dnes se však používá výstižnější výklad Global System for Mobile Communications (globální systém mobilní komunikace).



Obrázek 1 – logo GSM

První schůzka této pracovní skupiny proběhla v prosinci 1982 ve Stockholmu a předsedal jí Thomas Haug ze švédského telekomu Televerket. Pro svou osobní angažovanost, nasazení a velkou odbornost a znalost je Thomas Haug považován za „otce“ GSM.

---

<sup>3</sup> Protože se s implementací systému GSM počítalo až po roce 1990, rozhodly se některé evropské státy pro překonání této mezery vývojem takzvaných prozatímních sítí.

<sup>4</sup> Později se standardizací GSM zabývá ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

V roce 1982 tedy přijal CEPT doporučení, aby frekvenční spektrum 900 MHz (890-915 MHz a 935-960 MHz) bylo vyhrazeno pro budoucí pozemní a námořní mobilní systém, jímž se stává právě GSM. Později došlo k rozšíření tohoto spektra o další frekvence. V letech 1988, 1989 a 1990 se definují Enhanced GSM. DCS-1800 a PCN-1900. Dnes jsou označovány jako deriváty frekvenčního spektra<sup>5</sup>.

### **1.3 Základní požadavky na systém GSM**

Prvním úkolem GSM Group bylo vytvořit seznam požadavků, které jsou na mobilní systém kladeny. Tyto požadavky byly vytvořeny ještě v roce 1982. V roce 1985 došlo k jejich menší obměně a v témž roce byly zmrazeny a vzaty jako základ další práce.

Požadavky jsou rozděleny do několika skupin:

#### **Služby:**

- Mobilní terminály musí být použitelné ve všech účastnících se zemích.
- Tam, kde je to možné, musí systém podporovat všechny služby podporované také pevnou telefonní sítí, ISDN a dalšími veřejnými sítěmi a také služby specifické pro mobilní telefony.
- Systém musí nabídnout maximální flexibilitu pro všechny možné telekomunikační služby tak, aby mohl například nabízet propojitelnost s ISDN
- Použití mobilní stanice na lodích je možné, v letadlech zakázané<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Například u spektra 900 a 1800 MHz nejsou již pro uživatele zřejmě žádné přechody.

<sup>6</sup> U letadla letícího ve větší výšce může telefon totiž přijímat řádově stovky základnových stanic, které má v dosahu a tyto stanice, pokud je sestavován hovor, mohou mít za to, že jsou povolány k sestavení hovoru. Kvůli vnitřní zátěži sítě totiž nebylo možno počítat s tím, že mobil bude najednou přijímat řádově stovky základnových stanic. Navíc ve vyšších rychlostech by nebylo možné předávání hovorů – ty GSM definovalo do 180 km/h a později do 390 km/h.

V praxi šlo o to, aby nová mobilní síť „šla s dobou“ a byla plně propojitelná s pevnou sítí. Měla tedy být schopna například blokovat a přenášet hovory, zobrazovat čísla volajícího a tak dále.

#### **Kvalita služeb a bezpečnost:**

- Kvalita hlasu musí být srovnatelná či lepší v porovnání s prvními analogovými systémy v pásmu 900 MHz.
- Systém musí podporovat zabezpečený přenos, ale bez citelného finančního dopadu pro ty, kteří tuto technologii nepožadují.

#### **Síťové aspekty**

- Očíslovací a identifikační plán musí respektovat doporučení CCITT.
- Musí být možná práce více mobilních sítí ve stejné geografické oblasti
- Nesmí být požadovány větší změny do pevné telefonní sítě pro spolupráci s mobilní sítí.
- Návrh systému musí dovolovat různé obměny struktury a rozšíření v jednotlivých sítích.
- Signalizační a síťové ovládací řídicí informace musí být chráněné.

#### **Cenové aspekty**

- Parametry systému musí být navrženy se zřetelem na cenu celého systému a také s ohledem na cenu mobilních terminálů.

GSM Group počítala, že by první představení mobilních sítí GSM, které by splňovaly výše uvedené požadavky mohlo proběhnout v roce 1990.

Tolik stručně k historii vývoje mobilních sítí.

## **2 Rozdělení bezdrátových telekomunikačních systémů z hlediska generací**

V předchozí kapitole jsem nastínil počátky mobilní komunikace. Zaměřil jsem se na předchůdce GSM, systém NMT, a skončil nastíněním počátků systému GSM. Paralelně s těmito systémy však existuje řada dalších a ani vývoj nových se v žádném případě nezastavil.

V této kapitole bych proto rád přehledně shrnul celosvětový vývoj bezdrátových telekomunikačních systémů a to z hlediska generací, do kterých jsou jednotlivé systémy řazeny. Touto kapitolou také opustím všechny dosud jmenované mobilní systémy a dále se budu věnovat pouze technologii GSM a jejím modifikacím.

### **2.1 Generace 1 – analogové systémy – NMT, AMPS, TACS**

Hlavním znakem analogových systémů je jejich orientace na hlasové služby. Jako přístupové techniky je použito systému FDMA. V tomto systému je každému uživateli přiřazena určitá část radiofrekvenčního (RF) spektra. FDMA povoluje pouze jednoho uživatele na jeden kanál. Uživatel má kanál přiřazen pouze pro sebe na 100% času.

### **2.2 Generace 2 – digitální systémy – GSM 900, DCS 1800, PDC 1900, D-AMPS, PCS, CdmaOne, Digital CDMA, Digital TDMA**

Jako přístupovou metodu používají tyto systémy techniku TDMA a digitální modulační techniky. V TDMA je každému uživateli také přiřazena určitá část RF spektra, ale na rozdíl od analogových systémů toto pásmo nemá

uživatel jen pro sebe, ale je rozděleno na timesloty<sup>7</sup>. V této generaci jsou již systémy digitální, ale stále se orientují především na hlasové služby. S dalším rozvojem GSM se začínají objevovat i další doplňující služby pro uživatele.

## **2.3 Generace 2,5 – HSCSD, EDGE, GPRS**

Tato generace je chápána jako most mezi sítěmi druhé generace, které se orientují převážně na hlasové služby a sítěmi třetí generace, které se orientují především na služby datové. Nejde tedy o žádné nové systémy, ale o modifikované stávající techniky a technická zdokonalení, která se implementují do stávajících sítí. Uživatelům je tak nabídnut vysokorychlostní přenos dat. Právě těmto systémům se podrobně věnuji v dalších kapitolách a proto jen stručně.

HSCSD - vysokorychlostní okruhově spojená data, využívající více přenosových kanálů současně.

GPRS je technika pro paketově orientovaný přenos dat. Proto není potřeba souvislý kanál pro přenos a příjem dat, ale vysílá se a přijímá v paketech. Tím je dosaženo účelného využití RF spektra a uživatelé platí pouze za objem přenesených dat. S tímto systémem se dnes počítá jako se základem pro síť GSM.

EDGE je systém poskytující vysokorychlostní přenos dat a další služby s ním spojené.

## **2.4 Generace 3 – digitální systémy – UMTS, CDMA 2000, 3G**

V této generaci je kladen důraz na vysokorychlostní přenos dat a sítě jsou proto vyvíjeny s ohledem na toto využití. V Evropě se tyto sítě nazývají UMTS, ve Spojených státech amerických jde o systém CDMA 2000. Přenos je opět digitální, ale je navržen pro mnohem větší kapacitu. I těmto systémům je věnována samostatná kapitola.

---

<sup>7</sup> 3 timesloty pro TDMA-AMPS, 8 pro GSM Full Rate, 16 pro GSM Half Rate.

## 3 GSM phase

Definování základních požadavků na systém GSM, v roce 1985, byl pouze první krok. Standard GSM je samozřejmě stále vyvíjen. Většina jeho vlastností a funkcí vznikala postupně s požadavky doby a technickými možnostmi. Vývoj systému GSM je proto rozdělen na několik období, odborně nazývaných fáze (phase).

Tato kapitola je věnována přehledu služeb a funkcí sítě GSM tak, jak po sobě následovali v jednotlivých fázích a vydáních (release) standardu GSM. Je však důležité uvést, že není bezpodmínečně nutné, aby síť GSM poskytovala všechny služby dané GSM fází<sup>8</sup>.

### **3.1 Rozdělení služeb GSM podle způsobu využití**

Než se budu věnovat popisu jednotlivých fází je nutné rozdělit služby sítě GSM podle způsobu jejich využití.

#### **Telematické služby**

Jedná se o služby, které lidé používají přímo. Typickým příkladem je telefonní hovor.

#### **Nadstavbové služby**

Jedná se o transportní služby, pro jejichž využití je podmínkou doplňkové zařízení nebo software. Typickým příkladem je používání internetu.

#### **Doplňkové služby**

Jde o funkce, které jsou přítomny v síti, ale telefon musí být schopen a mít možnost je využívat. Příkladem tohoto typu služby může být například přijetí čekajícího hovoru.

---

<sup>8</sup> Toto rozhodnutí záleží většinou na operátorovi konkrétní sítě.

## **Funkce SIM karty**

SIM karta ukládá nejenom informace uživatele mobilního telefonu, ale může poskytovat i vlastní služby. Typickým příkladem jsou aplikace SIM Toolkit.

## **3.2 GSM Phase 1**

### **3.2.1 Telematické služby Phase 1**

První mobilní sítě byly zaměřeny takřka výhradně na přenos hlasu. Tomu bylo uzpůsobeno i použité kódování řeči – full rate na plné frekvenci 13 kbps. Velkou vymožeností bylo použití jednotného čísla pro nouzová volání 112. Nouzové volání bylo přístupné bez ohledu na to, zda má uživatel povolen přístup k místní síti a proto byl hovor proveden vždy. A to v mnoha případech i bez vložené SIM karty.

Přestože již tato první fáze definovala funkci krátkých textových zpráv SMS a některé datové a faxové funkce, nebyly tyto funkce v prvních sítích (mobilních telefonech) dostupné.

### **3.2.2 Nadstavbové služby Phase 1**

Mezi hlavní nadstavbové služby první fáze patřil přenos dat. Ten je možno uskutečňovat ve dvou režimech – transparentním a netransparentním.

**Transparentní** režim přenosu dat znamená, že síť GSM a celá její infrastruktura přenáší data nebo faxy bez jakéhokoliv dodatečného protokolu, který by prováděl například korekci chyb nebo kompresi dat.

**Netransparentní** režim přenosu dat naopak přidává k přenášeným datům korekci chyb a kompresi dat. To činí všechny datové přenosy v síti podstatně spolehlivější. Díky kompresi dat se také zvýší efektivní rychlost přenosu dat.

### **3.2.3 Doplnkové služby Phase 1**

V první fázi byly doplňkové služby velmi omezené. Jednalo se hlavně o služby přesměrování a blokování hovorů.

**Přesměrování hovorů** (call forwarding - CF) umožňuje uživateli mobilní sítě přeměrovat hovor přicházející na jeho číslo na jiné číslo. Zároveň je možné určit podmínky za jakých toto přesměrování provést:

- účastník hovoří
- není k dosažení
- neodpovídá
- přesměrovat vždy.

**Blokování hovorů** (call barring – CB) dovoluje uživateli vybrat si z těchto druhů blokování:

- blokovat všechny odchozí hovory
- blokovat všechny odchozí mezinárodní hovory
- blokovat všechny odchozí mezinárodní hovory vyjma hovorů do domovské země
- blokovat všechny příchozí hovory, když je stanice v roamingu.

### 3.2.4 Shrnutí GSM Phase 1

Všechny služby fáze jedna jsou přehledně shrnuty do následující tabulky.

| Kategorie služeb   | Služba  | Komentář  |
|--------------------|---|---|
| Telematické služby | Telefonování  | full-rate kódování řeči na 13 kbps  |
|                    | Nouzové volání  | 112 je definováno jako univerzální nouzové číslo ve všech lokálních sítích                    |
|                    | SMS služba krátkých textových zpráv (point-to-point protokol) | alfanumercká výměna zpráv mezi dvěma uživateli přes vyhrazené středisko služeb                |
|                    | Služba krátkých rozesílaných zpráv - cell broadcast           | alfanumerická zpráva rozesílaná v okruhu buňky, nikoliv však během hovoru či datového přenosu |
|                    | Videotext   | funkce fakticky nebyla využívána  |
|                    | Teletextový přenos  | fakticky nevyužíváno  |
|                    | Faxový přenos podle Group 3                                   |   |



|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
|                           | Automatický faxový přenos podle Group 3                                     |   |
| <b>Nadstavbové služby</b> | Asynchronní datový přenos   | 300, 1200, 1200/75, 2400, 4800, 9600 bps transparentně a netransparentně  |
|                           | Synchronní datový přenos  | 2400, 4800, 9600 bps transparentně  |
|                           | Asynchronní PAD přenos  | 300, 1200, 1200/75, 2400, 4800, 9600 bps transparentně a netransparentně  |
|                           | Synchronní paketový přenos v duplexu na 2400 bps transparent/netransparent. | 2400, 4800, 9600 bps transparentně a netransparentně  |
|                           | Alternativní řeč/data   |   |
|                           | Řeč následovaná daty  |   |
| <b>Doplňkové služby</b>   | Přesměrování hovoru call forwarding – CF                                    | všechny hovory, když obsazeno, nedostížitelný, nedostupný   |
|                           | Blokování hovorů - call barring – CB  | všech odchozích, všech odchozích mezinárodních, všech odchozích mezinárodních mimo domovské země, všechny příchozí, všechny příchozí v roamingu |

*Tabulka 2 – přehled všech služeb GSM Phase 1*

Vývoj první specifikace GSM Phase 1 byl zmrazen<sup>9</sup> v roce 1991. Tím bylo umožněno operátorům vystavět první síť GSM. Příprava výstavby, zahrnující technické zpracování standardu a testy technologie, však zabraly více času, než se původně plánovalo. Proto se první použitelná GSM síť objevila až v roce 1992.

### **3.3 GSM Phase 2**

Po vybudování prvních sítí na základě GSM Phase 1 začali především z Asie a Austrálie docházet požadavky na doplnění systému podle místních požadavků. Do specifikací začali přibývat velmi rychle nové funkce, které daly základ GSM Phase 2.

---

<sup>9</sup> Tento termín je běžně užíván pro uzavření jedné vývojové fáze.

### 3.3.1 Telematické služby Phase 2

Telematické služby fáze 2 jsou ve znamení zdokonalování technik kódování řeči. Do specifikací byly přidány tyto nové techniky kódování řeči:

**Half-rate (HF)** – na rozdíl od kódování řeči plnou rychlostí 13 kbps (full rate) se používá kódování s využitím nižších rychlostí, při mírném zhoršení kvality přenosu hlasu. S jeho implementací se původně počítalo již do fáze 1, ale vývoj kodeku se prodloužil a v době zmrazení fáze 1 ještě nebyl k dispozici.

Ze Spojených států amerických vzešel požadavek na implementaci

**Enhanced full-rate (EFR)** – jedná se o techniku kvalitnějšího přenosu hlasu, která do 13 kb/s vměstná více kmitočtů. Výsledkem je kvalitnější zvuk v oblasti s kvalitním pokrytím. Algoritmus EFR je optimalizován jen pro přenos řeči.

### 3.3.2 Doplnkové služby Phase 2

Většina doplňkových služeb fáze 2 je ovlivněna standardem ISDN. Jedná se především o různé funkce digitálního přenosu identifikace, které fungují jak mezi mobilními telefony tak na digitálních ústřednách a ISDN linkách.

**Identifikace volající strany (calling line identification - CLI)** – umožňuje příjemci hovoru zjistit, které telefonní číslo mu volá. Mobilní telefon porovná volající číslo s čísly uloženými v paměti a zobrazí jméno volajícího.

Existují dvě služby definované na CLI:

- **Presentation (CLIP)** – zobrazení čísla volanému. Jedná se o primárně nastavenou funkci, při níž se číslo volajícího zobrazí na displeji.
- **Restriction (CLIR)** – touto funkcí může volající strana zamezit zobrazení čísla volanému.

**Identifikace volané strany** (connected line identification (COL) – opak funkce CLI. Umožňuje volající straně vidět číslo, na něž je spojena. To je vhodné v případě, když je hovor přeměrován.

Existují opět dvě služby definované na COL:

- **Presentaion** (COLP) – zobrazení volaného čísla.
- **Restriction** (COLR) – touto funkcí může volaná strana zamezit zobrazení čísla volajícímu. Při přeměrování pak není vidět, kam byl hovor přeměrován

**Čekání hovoru** (call waiting – CW) – hovořící stanici přijde upozornění, že se s ní chce spojit jiný volající

**Přidržení hovoru** (call hold – CH) – umožní volanému přerušit právě aktivní hovor a přijmout mezi tím jiný hovor nebo jiný hovor vykonat. Lze také propojit více hovorů do telekonference (multiparty communication – MPTY), kdy spolu mohou všichni volající komunikovat najednou.

**Uzavřená skupina uživatelů** (Closed user group – CUG) – tato služba vychází z trunkových radiových systémů, kde je často vytvořena skupina uživatelů, která může spolu velmi rychle spojovat hovory vytočením krátkého čísla. Podobně je funkce řešena v síti GSM

**Tarifikační informace** (Advice of Charge – AoC) – pomocí této služby lze zjistit cenu probíhajícího hovoru, ceny hovorů sčítat a u některých telefonů tak omezovat protelefonování větší částky. Hlavně je však tato funkce využívána u předplacených karet.

**Doplňkové datové služby** (unstructured supplementary services data – USSD) – tato funkce umožní operátorovi definovat vlastní služby, jejichž použití je omezeno na jeho vlastní síť. S nástupem standardů funkcí podle GSM Phase 2+ ztrácí tato funkce své opodstatnění a je proto využívána zřídka.

**Operátorem určené blokování** (operator-determined barring - ODB) – tato funkce není dostupná pro uživatele, ale může být na něho aplikována. Jedná

se o soubor omezení pro jednotlivé skupiny uživatelů. Lze například znemožnit mezinárodní nebo roamingové hovory nebo zablokovat telefon při neplacení účtů.

### 3.3.3 Shrnutí GSM Phase 2

Specifikace Phase 2 přidala nové mechanismy pro správu radiových zdrojů, ovládání hovorů, systém polohování a vyšší úroveň funkčnosti sítě. Jak pro uživatele tak pro operátora je zde zcela průhledný systém využití zdrojů. Například radiové kanály mohou být využívány podstatně efektivněji.

Následující tabulka přehledně shrnuje všechny služby fáze 2.

| Kategorie služeb   | Služba  | Komentář   |
|--------------------|---|--|
| Telematické služby | Half-rate kódování řeči (HR)                    | volitelná implementace dovolující použití dual rate (half rate a full rate) v jednom telefonu            |
|                    | Enhanced full-rate kódování řeči (EFR)          | volitelná implementace dovolující použití dual rate (enhanced full rate a full rate) v jednom telefonu   |
| Doplňkové služby   | Calling line identification (CLI)               | zobrazení a zamezení zobrazení čísla volajícího  |
|                    | Connected line identification (COL)             | zobrazení a zamezení zobrazení čísla volaného  |
|                    | Call waiting (CW)                               | v průběhu aktivního hovoru informuje o jiném příchozím hovoru – používá se s funkcí call hold            |
|                    | Call hold (CH)                                  | “zaparkuje” probíhající hovor a umožní nový hovor/příjem jiného hovoru. Používá se s funkcí call waiting |
|                    | Multiparty communication (MPTY)                 | až pět hovorů může být spojeno do jednoho telekonferenčního hovoru                                       |
|                    | Closed user group (CUG)                         | obdoba funkce z trunku   |
|                    | Advice of Charge (AoC)                          | informace o ceně hovoru  |
|                    | Unstructured supplementary services data (USSD) | umožní operátorovi tvorbu individuálních služeb  |
|                    | Operator-determined barring (ODB)               | operátorem definovaná omezení skupiny uživatelů  |

Tabulka 3 – přehled všech služeb GSM Phase 2

## 3.4 GSM Phase 2+

Tato fáze zahrnuje všechny služby a vlastnosti specifikace GSM přidané po říjnu 1995, což je datum zmrazení GSM Phase 2. Evropský standardizační úřad v oblasti pevných i mobilních telekomunikačních technologií (ETSI) vydává každým rokem takzvané *release*. Do GSM Phase 2+ patří release 96, 97 a 98. K největším změnám došlo v release 96 a 97 a právě těm jsou věnovány následující kapitoly.

### 3.4.1 Release 96

V této release je specifikace GSM rozšířena o funkce, které dosud nebyly podporovány vůbec. Jedná se především o podporu drážních operací a komunikačních aplikací, aby mohla být GSM síť nasazena i pro železnice.

#### 3.4.1.1 Telematické služby Release 96

**Hlasový přenos pro skupinu uživatelů** (voice group service - VGS) – tato služba byla definována na popud evropských železničních společností.

Dělí se na dvě části.

- **Volání skupiny uživatelů** (voice group call service - VGCS) – pomocí této služby lze ve velmi krátkém čase sestavit hovor s předdefinovanou skupinou uživatelů. Tato funkce je podstatně rychlejší, než telekonferenční hovor. U něj totiž není skupina volaných předem definována.
- **Služba vysílání hlasu** (voice broadcast service - VBS) – tato služba GSM období rozhlasového vysílání. Hlasový hovor je roz distribuován na předdefinovanou skupinu volaných.

**Univerzální kódovací schéma 2** (Universal Coding Scheme 2 - UCS2) - další nutností bylo rozšíření SMS znakové sady, protože stále více arabských a asijských zemí přijímalo GSM jako svůj standard pro mobilní sítě a těžko by se

jím vnucovala latinka. Je proto vytvořen tento systém, který pokrývá nejenom arabské, ale i čínské a další asijské abecedy.

**Systém místních zpráv** (Cell broadcast - CBS) – služba, která umožňuje uživatelům přijímat místní zprávy. Například dopravní informace a podobně.

#### **3.4.1.2 Nadstavbové služby Release 96**

Změny v této oblasti souvisejí mimo jiné se začínajícím boomem internetu. Přenosová rychlost 9600 bps dosahovaná v sítích GSM totiž byla pro surfování po internetu značně pomalá. Podařilo se jí sice zvednout na rychlost 14400 bps, ale to bylo stále málo.

**Vysokorychlostní okruhově spojená data** (high speed circuit switched data – HSCSD) – služba, která kombinací až osmi timeslotů do jednoho komunikačního kanálu umožňuje datový tok až 76,8 kbps. V praxi je tato rychlost omezena na 64 kbps, což je maximální rychlost jednoho kanálu ISDN linky.

#### **3.4.1.3 Doplnkové služby Release 96**

**Předání hovoru** (explicit call transfer - ECT) – jde o funkci umožňující uživateli předání hovoru na jiného uživatele (nejedná se o přesměrování hovoru) jak ji známe z firemních pobočkových ústředí.

**Enhanced multilevel precedence and preemption service** (eMLPP) – další služba zavedená na popud evropských železničních organizací. Umožňuje přiřadit priority jednotlivým hovorům u některých uživatelů. Pokud je sestavován hovor s vysokou prioritou a síť nemá dostatek volných prostředků k jeho sestavení, uvolní hovory, které blokují právě sestavovaný hovor. Tato služba je vyhrazena pro speciální případy (zaměstnanci železnice, bezpečnostní služby, a podobně).

#### 3.4.1.4 Funkce SIM karty v Release 96

V GSM fázích 1 a 2 k žádným podstatným změnám v této oblasti nedošlo. Schopnosti SIM karet jsou přitom jedním z limitujících faktorů pro případné další služby sítě GSM. Proto se GSM fáze 2+ zaměřila i na rozšíření funkcí SIM karet.

**Barred dialing number (BDN)** – funkce umožňující uživateli, který někomu půjčuje svoji SIM kartu, zablokovat volání určitých čísel.

**Mobile equipment personalization (ME personalization)** – umožňuje blokování určitých funkcí telefonu. A to nejen pro operátora, ale i pro majitele či firmu v rámci jedné série SIM karet. Tato funkce je hojně využívána operátory nabízejících dotované telefony.

**Service dialing numbers (SDN)** – umožňuje do paměti SIM karty uložit vyhrazená čísla, která nejde přepsat nebo vymazat.

**SIM Application toolkit** – zřejmě nejmarkantnější zlepšení. Umožňuje operátorovi vytvořit nepřeberné množství dalších funkcí definovaných jako sled funkcí, které umí síť GSM vykonat. Například dálkově aktivovat SIM kartu, provádět bankovní operace pomocí telefonu a jiné.

#### 3.4.1.5 Doplnky do funkcí samotné sítě v Release 96

**Network identity and time zone (NITZ)** – funkce umožňující síti GSM přenést její jméno do mobilního telefonu. Do této doby se muselo jméno do telefonu programovat a pokud byl telefon vyroben dříve, než síť vznikla, byla identifikace pouze číselná<sup>10</sup>. NITZ umožní také síti, aby informovala mobilní telefon o lokálním čase a časové zóně, kterou právě navštívil.

**Customized applications for mobile network enhanced logic (CAMEL)**- tato funkce umožňuje uživatelům, kteří jsou v roamingu, používat i vyhrazené služby svého domovského operátora, které roamingová síť

---

<sup>10</sup> Například mobilní telefon SONY CMD 1000 identifikuje síť EUROTTEL jako „230 02“.

nepodporuje. CAMEL existuje ve dvou fázích. Phase 1 je součástí Release 96 a Phase 2 je součástí Release 99.

**Rádiová místní smyčka** (radio local loop – RLL) - Tato funkce umožní nahradit nutný rozvod pevných linek, pro telefony v místech, kde to není z ekonomických či jiných důvodů únosné, sítí GSM. RLL přitom umožňuje využití všech částí sítě GSM (MSC, BSC, BTS atd.) nebo jen jejích rádiových částí (BSC a BTS) s dalším případným napojením do pevné sítě. Tato funkce může být operátory GSM sítí pronajímána.

**Support of optimal routing** (SOR) – funkce umožňující optimalizovat roamingové spojení tak, aby bylo co nejkratší.

### 3.4.1.6 Shrnutí Release 96

GSM Phase 2+, respektive její release 96 přinesl řadu podstatných vylepšení. Za nejvýznamnější lze považovat rozšíření funkce SIM Karty o SIM application toolkit.

Následující tabulka přehledně shrnuje všechny služby fáze 2+ release 96.

| Kategorie služeb   | Služba  | Komentář   |
|--------------------|---|--|
| Telematické služby | Hlasový přenos pro skupinu uživatelů (VGS)                    | rychlé sestavení hovoru při předem známé skupině uživatelů   |
|                    | Univerzální kódovací schéma 2 (UCS2)                          | rozšíření SMS znakové sady o arabské a asijské abecedy   |
|                    | System místních zpráv (CBS)                                   | přijímání místních zpráv   |
| Nadstavbové služby | Vysokorychlostní okruhově spojená data (HSCSD)                | kombinací až osmi timeslotů do jednoho komunikačního kanálu umožňuje datový tok až 76,8 kbps                       |
| Doplňkové služby   | Předání hovoru (ECT)  | předání hovoru na jiného uživatele (nezaměňovat s přesměrováním)   |
|                    | Enhanced multilevel precedence and preemption service (eMLPP) | umožnění definování priority uživatelů. Pokud síť nemá dostatek volných prostředků, ukončí hovor s nižší prioritou |



|                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| <b>Funkce SIM karty</b>               | Barred dialing number (BDN)                                       | zablokování volání určitých čísel  |
|                                       | Mobile equipment personalization (ME personalization)             | blokování určitých funkcí telefonu operátorem (dotované telefony)  |
|                                       | Service dialing numbers (SDN)                                     | vyhrazená čísla na SIM kartě nelze přepsat či smazat   |
|                                       | SIM Application toolkit   | umožňuje vytvořit nepřeberné množství dalších funkcí definovaných jako sled funkcí, které umí síť GSM vykonat                        |
| <b>Doplňky do funkcí sítě samotné</b> | Network identity and time zone (NITZ)                             | umožňuje síti přenést do mobilu její jméno a aktuální čas  |
|                                       | Customized applications for mobile network enhanced logic (CAMEL) | umožňuje uživatelům, kteří jsou v roamingu, používat i vyhrazené služby svého domovského operátora, které roamingová síť nepodporuje |
|                                       | Rádiová místní smyčka (RLL)                                       | umožňuje nahradit nutný rozvod pevných linek, pro telefony v místech, kde to není z ekonomických či jiných důvodů únosné, sítí GSM   |
|                                       | Support of optimal routing (SOR)                                  | optimalizování roamingového spojení  |

Tabulka 4 – přehled všech služeb GSM Phase 2+ release 96

## 3.4.2 Release 97

### 3.4.2.1 Nadstavbové služby Release 97

**General packet radio service (GPRS)** – jde o rozšíření specifikace datových přenosů o paketovou službu s dynamickou alokací zdrojů. Pomocí odlišného kódování kanálu (až 24,1 kbps na jednom timeslotu) a možnosti použití až osmi slotů najednou vzroste šířka datového pásma až na 100 kbps.

### 3.4.2.2 Doplnkové služby Release 97

**Call completion to busy subscriber (CCBS)** – funkce umožňující monitorovat volanou stranu a v případě, že má obsazeno, vyzve po ukončení hovoru volajícího k sestavení hovoru.

**Support of private numbering plan (SPNP)** – tato funkce umožňuje mapování čísel na PSTN nebo PLMN v rámci lokální ústředny. Díky tomu zůstává interní číslo stále stejné, ačkoliv SIM karta a tedy externí číslo změní majitele. Zároveň funkce dává firmám možnost uspořádat si interní číselné schéma dle svého (například 6 začínají všichni účetní, 1 je výroba, atd.) Uživatel může být definován v rámci až devíti privátních číslování.

**Multiple subscriber profile (MSP)** - Tato funkce umožní mít na jedné SIM kartě více klientských profilů včetně čísel. Jedno číslo tak může být firemní, jiné soukromé - vše na jednom telefonu a na jedné SIM kartě.

### 3.4.2.3 Shrnutí Release 97

Ve specifikaci této release je na první pohled velmi málo vylepšení a změn. Vše ale vyvažuje zavedení doplňku pro datové přenosy GPRS.

Následující tabulka přehledně shrnuje všechny služby fáze 2+ release 97.

| Kategorie služeb          | Služba                                    | Komentář  |
|---------------------------|---|---|
| <b>Nadstavbové služby</b> | General packet radio service (GPRS)       | rozšíření specifikace datových přenosů o paketovou službu s dynamickou alokací zdrojů   |
| <b>Doplňkové služby</b>   | Call completion to busy subscriber (CCBS) | umožňuje monitorovat volanou stranu a v případě, že má obsazeno, vyzve po ukončení hovoru volajícího k sestavení hovoru.  |
|                           | Support of private numbering plan (SPNP)  | umožňuje mapování čísel na PSTN nebo PLMN v rámci lokální ústředny. Díky tomu zůstává interní číslo stále stejné, ačkoliv SIM karta a tedy externí číslo změní majitele |
|                           | Multiple subscriber profile (MSP)         | umožňuje mít na jedné SIM kartě více klientských profilů včetně čísel.  |

Tabulka 5 – přehled všech služeb GSM Phase 2+ release 97

## 3.5 Release 99

Release 99 již není zahrnována do GSM Phase 2+, ale stojí mimo. Protože ale obsahuje mimo jiné i rozšíření a doplnění specifikací datových přenosů, považují za důležité se o něm zmínit.

### 3.5.1 Nadstavbové služby Release 99

**GPRS Phase II** - v této release došlo k velkému posunu ve standardech GPRS a proto se tyto změny označují jako GPRS fáze II<sup>11</sup>.

Obsahuje tyto novinky a vylepšení:

- **GPRS point to multipoint** – umožňuje vysílání pomocí GPRS k více příjemcům. Jde tedy o obdobu cell broadcastu u SMS služeb. Využití je ovšem podstatně širší a kromě šíření telematických informací (dopravní situace atd.) se počítá například s možností vysílat hudbu pro více příjemců.
- **GPRS real-time služby v packetovém prostředí** - rozšíření podpory realtime aplikací.
- **Rozšířené služby pro GPRS v oblasti účtování a dobíjení kreditu** – umožňuje používání GPRS i u předplacených karet a to i v roamingu.
- **Přístup k ISP a do LAN sítí vlastními přístupovými body**
- **Vyšší ochrana proti podvodům**

### 3.5.2 Doplnkové služby Release 99

**Lokalizace polohy** - byla přidána na popud amerického regulátora FCC. Bylo požadováno aby, byl vypracován systém na nouzovou lokalizaci osob. Tato služba proto umožňuje spolu s nouzovým hovorem odeslat i přesnou pozici.

---

<sup>11</sup> GPRS fáze I je součástí Release 97.

Původně se počítalo s propojením GSM sítě se satelitním navigačním systémem GPS, ale rozvoj mobilních sítí umožnil přejít na čistě trigonometrické využití lokalizace polohy v mobilní síti.

### **3.5.3 Funkce SIM karty v Release 99**

**Smart Card a SIM Card Work** - řeší problém zpětné kompatibility SIM karet pro sítě třetí generace (UMTS) se sítěmi GSM. Tyto funkce umožňují používat USIM (UMTS SIM karty) v klasických telefonech GSM, které neumějí pracovat v sítích třetí generace a naopak SIM karty s GSM sítí by měli fungovat i v UMTS telefonech.

### **3.5.4 Doplnky do funkcí samotné sítě v Release 99**

**GSM 400** - pásmo 450 a 480 MHz bylo původně vyhrazeno jiným mobilním sítím než GSM. Na popud států s velmi řídky obydlenými plochami (tedy především skandinávských zemí) byly tyto frekvence zahrnuty do specifikace GSM.

### **3.5.5 Shrnutí Release 99**

Release 99 je jeden z posledních standardů GSM, který vydal evropský standardizační úřad ETSI. Podle dohody přebírá další práci na vývoji standardizátor UMTS – 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

Tabulka na následující stránce přehledně shrnuje služby Release 99.

| Kategorie služeb                      | Služba                     | Komentář   |
|---------------------------------------|----------------------------|--|
| <b>Nadstavbové služby</b>             | GPRS Phase II              | GPRS point to multipoint – umožňuje vysílání pomocí GPRS k více příjemcům<br>GPRS real-time služby v packetovém prostředí - rozšíření podpory realtime aplikací<br>Rozšířené služby v oblasti účtování a dobíjení kreditu – umožňuje používání GPRS i u předplacených karet<br>Přístup k ISP a do LAN sítí vlastními přístupovými body<br>Vyšší ochrana proti podvodům |
| <b>Doplňkové služby</b>               | Lokalizace polohy (LCS)    | umožňuje spolu s nouzovým hovorem odeslat i přesnou pozici   |
| <b>Funkce SIM karty</b>               | Smart Card a SIM Card Work | umožňuje používat USIM (UMTS SIM karty) v klasických telefonech GSM, které neumějí pracovat v sítích třetí generace a naopak SIM karty s GSM sítí by měli fungovat i v UMTS telefonech   |
| <b>Doplňky do funkcí sítě samotné</b> | GSM 400                    | zahrnutí pásma 450 a 480 MHz do specifikace sítí GSM   |

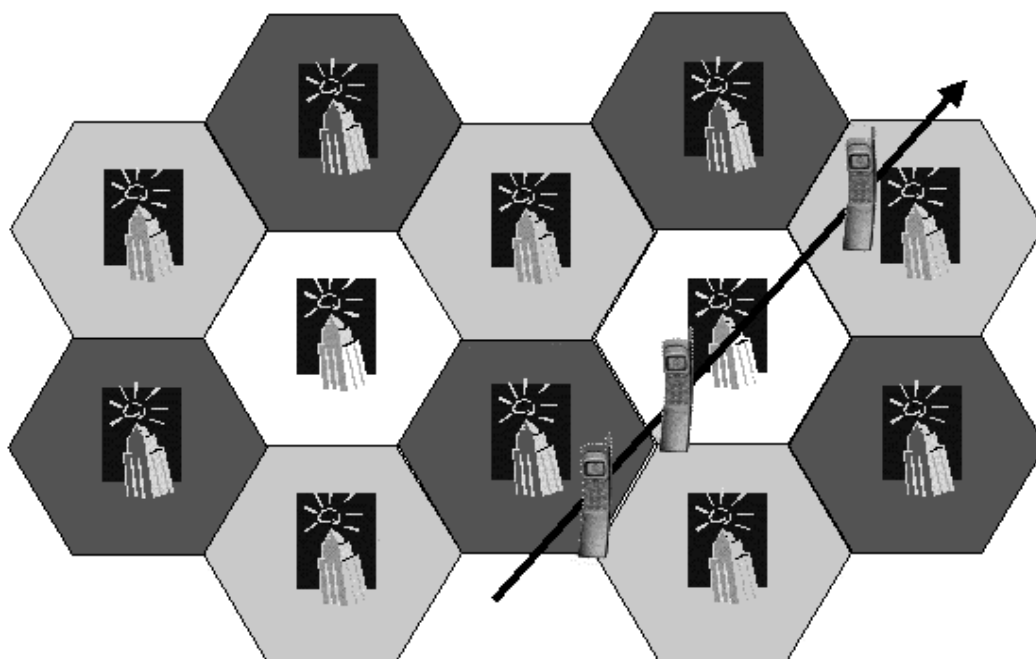
Tabulka 6 – přehled všech služeb GSM Phase 2+ release 96

## 4 Architektura GSM sítě

Tato kapitola je věnována architektuře GSM sítě a vše co s ní souvisí. Seznámíme se s hlavními hardwarovými prvky sítě a na jakém principu funguje běžný hovor. Z těchto základních principů vychází i běžné nepaketové datové přenosy a s úpravami pak i HSCSD a paketové datové přenosy GPRS. Nejdříve ale pár slov o základním principu GSM sítě, jímž je takzvaný celulární princip.

### 4.1 Celulární princip GSM sítě

Jak již bylo uvedeno v předešlém textu, mobilní sítě využívají ke svému fungování rádiové vlny. Ovšem frekvence, které jsou pro ně dostupné jsou pevně stanoveny. Frekvence přiděluje státní orgán pověřený správou frekvenčního spektra<sup>12</sup> a každý operátor jich dostává v rámci své licence jen velmi omezený počet.



Obrázek 2 – princip celulární sítě – rozdělení území na jednotlivé buňky

<sup>12</sup> V České Republice je to Český telekomunikační úřad.

Rozsahy frekvencí, které mají operátoři přiděleny, se sice mohou i výrazně lišit, ale nikdy nestačí na to, aby mohl operátor přidělit každému hovoru ve své síti samostatný komunikační kanál na jedinečné frekvenci. Při tomto nedostatku volných frekvencí je jediným řešením vícenásobné použití stejných frekvencí. To znamená, že různé hovory používají ve stejnou chvíli stejné frekvence. Samozřejmě je nutné zajistit aby se hovory využívající stejnou frekvenci vzájemně neovlivňovaly. K tomu se využívá právě celulární (buňkový) systém viz obrázek 2.

Jak je patrné z obrázku, princip spočívá v rozdělení oblasti, kde operátor nabízí své služby, na vhodně velké části označované jako buňky (cell). Buňky jsou uspořádané tak, že když v jedné z nich jsou používány určité frekvence, žádná z bezprostředně sousedících buněk již tyto frekvence nepoužívá (jinak řečeno používá jiné frekvence). Praxe ukázala, že je optimální používat buňky ve tvaru šestiúhelníku, uspořádané do tvaru, který připomíná včelí plástev. Z obrázku je též vidět, že lze vystačit pouze se třemi typy buněk používajících rozdílné frekvence a pokrýt přitom signálem libovolně velké území jejich neustálým opakováním. Jediné omezení spočívá v tom, že je omezen maximální počet souběžných hovorů v jedné buňce a to do počtu frekvencí, které má daná buňka k dispozici. Pokud potřebujeme zvýšit počet najednou probíhajících hovorů, je nutné vytvořit hustější síť buněk.

Tolik k základnímu principu všech GSM sítí. V následujících podkapitolách se seznámíme s architekturou a jednotlivými hardwarovými prvky GSM sítě.

## **4.2 Z čeho se skládá systém GSM**

Systém GSM sestává ze tří částí, z nichž má každá své další subsystemy. První částí jsou:

### 4.2.1 Externí telekomunikační sítě

Mezi ně patří veřejné komutované sítě PSTN (Public Switctching Telecommunication Networks)<sup>13</sup> (klasická pevná linka) a dále například ISDN sítě. GSM jako otevřený systém může integrovat jakýkoliv z těchto systémů.

### 4.2.2 Operátoři

Druhou částí GSM sítě jsou operátoři. Jde většinou o společnosti, které působí v oblasti telekomunikací. Řídí systém GSM převážně po stránce ekonomické (účtují služby systému, distribuují mobilní telefony, starají se o výdej SIM karet, a podobně) a administrativní. Tito operátoři si zpravidla najímají jinou firmu, poskytující služby operátora ve vlastní režii – takzvaný service provider. Tito poskytovatelé služeb zajišťují pro operátora chod sítě po technické stránce<sup>14</sup>.

### 4.2.3 Celulární systém GSM

Tato třetí část je nejvíce zajímavá, protože obsahuje technické vybavení a prostředky, které umožňují, že z vašeho mobilního telefonu můžete uskutečnit hovor. Na následující straně uvádím obrázek znázorňující celulární systém GSM. Na něj se pak v další části textu často odkazují.

Celulární systém se skládá ze čtyř částí:

- **Mobilní stanice** - MS (mobile station) – uživatel komunikující se sítí pomocí mobilního telefonu
- **Subsystém základnových stanic** – BSS ( base station subsystem) – s ním přímo komunikují mobilní stanice prostřednictvím radiového rozhraní

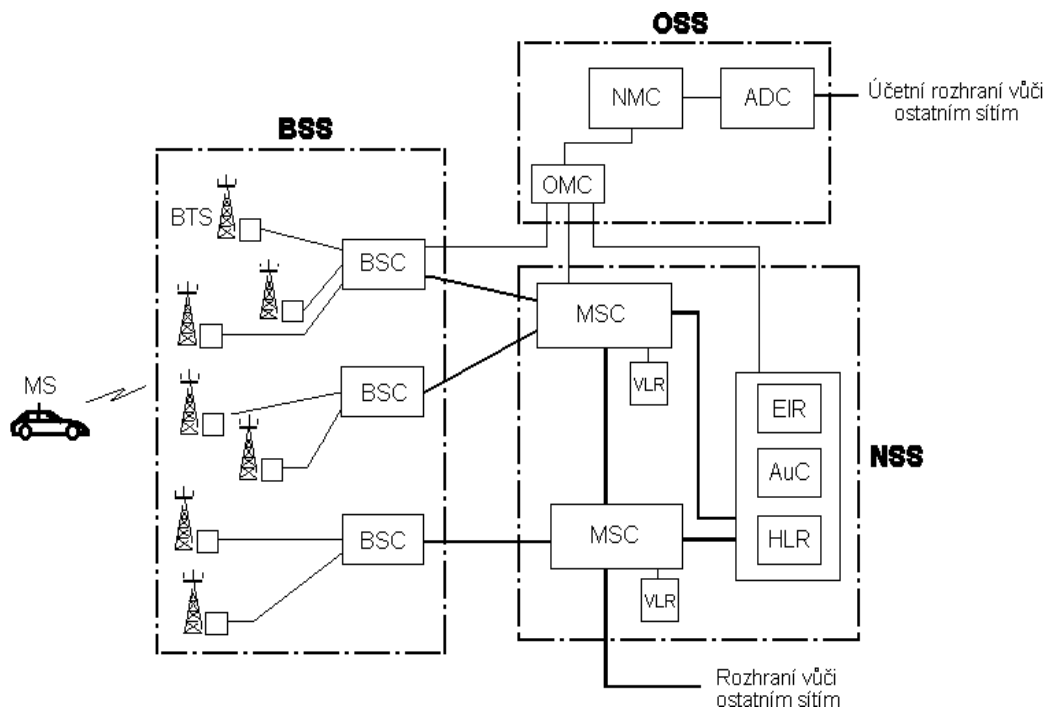
---

<sup>13</sup> V České Republice je to nechvalně známý Český Telecom.

<sup>14</sup> V České Republice si všechny největší firmy působící v mobilních komunikacích (Eurotel, Paegas, Oskar) zajišťují technický chod sítě samy a proto je operátor i service provider jedna firma.



- **sítový a spínací subsystém** - NSS (network and switching subsystem) - jde o systém fungující podobně, jako ústředna, ovšem má na starost ještě některé další funkce vyplývající z možnosti mobility účastníků (například vyhledávání a propojování hovorů z pevné telefonní sítě přes příslušnou BSS na volanou mobilní stanici)
- **operační subsystém** - OSS (operation subsystem) - zabezpečuje provoz a údržbu obou výše uvedených subsystémů (tj. NSS i BSS). Dále koordinuje funkci celého systému a vyřizuje záležitosti finančního charakteru (tarifikace účastníků, evidence plateb atd.)



Vysvětlivky k obrázku:

**BSS** (base station subsystem) – subsystém základnových stanic

BSC (base station controller) – základnová řídicí jednotka

BTS (base transceiver station) – základnová radiostanice

MS (mobile station) – mobilní stanice (telefon)

**NSS** (network switching subsystem) – sítový spínací subsystém

MSC (mobile switching centre) – mobilní spínací ústředna

HLR (home location register) – domovský lokační registr

AuC (authenticity centre) – centrum autentičnosti

EIR (equipment identity register) – registr mobilní komunikace

VLR (visitor location register) – návštěvnický lokační registr

**OSS** (operation subsystem) – operační subsystém

OMC (operations and maintenance centre) – provozní a servisní centrum

NMC (network management centre) – centrum managementu sítě

ADC (administrative centre) – administrativní centrum

Obrázek 3 – celulární systém GSM

#### 4.2.3.1 Mobilní stanice (MS)

Uživatel komunikuje se sítí GSM pomocí mobilní stanice. Podle specifikací GSM je mobilní stanice jednak vlastní mobilní přijímač/vysílač (mobilní telefon) a jednak modul SIM, který umožňuje unikátní identifikaci uživatele v rámci celé sítě GSM. Mobilní stanice obsahuje fullduplexní transceiver (vysílač i přijímač) v pásmu 900 MHz<sup>15</sup> s digitálním způsobem přenosu umožňující komunikaci se základnovými stanicemi. Mobilní stanici lze používat pouze, je-li zaktivována vložení SIM karty.

SIM karta obsahuje údaje o majiteli – jeho telefonní seznamy, informace o předplacených službách a podobně. Dále obsahuje takzvané IMSI (international mobile subscriber identity), s jehož pomocí se identifikuje u operátora (provede se kontrola v databázi s daty uloženými o uživateli). SIM karta je plně přenosná mezi mobilními stanicemi.

Podle provedení se mobilní stanice dělí na určené k zabudování (do vozidla), přenosné (dnes už jsou tyto „kufříky“ historii) a příruční (klasický mobilní telefon).

Podle maximálního vysílacího výkonu se mobilní stanice dělí do pěti výkonnostních tříd (GSM Class) viz. následující tabulka.

|                       |      |     |     |     |      |
|-----------------------|------|-----|-----|-----|------|
| <b>GSM Class</b>      | 1    | 2   | 2   | 4   | 5    |
| <b>Výstupní výkon</b> | 20 W | 8 W | 5 W | 2 W | 0,8W |

*Tabulka 7 – rozdělení mobilních stanic do tříd podle výkonu*

Mobilní stanice určené k zabudování a přenosné patří do třídy 2. Mobilní telefony pak do třídy 4.

---

<sup>15</sup> Jedná-li se o duální mobilní stanici pak také v pásmu 1800 MHz .

#### 4.2.3.2 Subsystem základnových stanic (BSS)

System GSM je tvořen typicky buňkami o velikosti 1-3 km v průměru. V oblastech s malým provozem lze použít buňky o velikosti až 35 km. Naopak v centrech velkých měst jsou budovány mikrobuňky o rozměrech 300-500 metrů.

Při takto malých buňkách (ale i těch větších) často dochází k handoveru (předání hovoru z buňky na sousední buňku při vzdálení se z jejího dosahu). Ve specifikaci sítí GSM je počítáno s handoverem až do rychlosti 390 km/h, což je pro běžný provoz naprosto dostačující. Používá se progresivní handover typu MAHO. Jde o handover ovládaný za spoluúčasti mobilní stanice. Je umožněno dynamické přidělování kanálů (během hovoru jsou kanály měněny) v závislosti na kvalitě i obsazení sousedních kanálů, tím je dosaženo výrazně vyšší provozní kapacity systému oproti fixnímu (hovoříte do zavěšení na stejném kanálu) přidělování kanálů typickém pro systém NMT - analogový systém.

BSS je tvořen většinou svazkem 9 buněk a to dvěma možnými způsoby:<sup>16</sup>

- **9 x 1** – každá buňka obsahuje ve svém středu jednu základnovou stanici (BTS). Tento typ pokrytí signálem se nazývá plošný a užívá se například ve městě.
- **3 x 3** – jediná základnová stanice obsluhuje tři buňky pomocí směrových antén. V tomto případě jde o směrové pokrytí a užívá se například pro pokrytí dálnic.

Další složkou BSS je základnová řídicí jednotka (BSC). Jedná se o vylepšenou BTS, která dohlíží a řídí provoz běžných základnových stanic BTS. Mezi její hlavní úkoly patří přidělování a uvolňování radiových kanálů pro komunikaci BTS s mobilní stanicí (telefonem) a handover.

---

<sup>16</sup> Mimo těchto dvou standardních způsobů se lze v praxi setkat i s jejich různými kombinacemi.

Pro komunikaci mezi BTS, BSC a MS se používají rádiové frekvence s těmito parametry:

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <b>Frekvenční pásmo vysílače mobilní stanice</b>   | 890 - 915 MHz                         |
| <b>Frekvenční pásmo přijímače mobilní stanice</b>  | 935 - 960 MHz                         |
| <b>Odstup radiových kanálů (nosných vln)</b>   | 200 kHz                               |
| <b>Počet účastnických kanálů na jednu nosnou vlnu (tj. kolik hovorů lze najednou přenášet na téže frekvenci)</b> | 8 GSM Phase 1 (TDMA) a 16 GSM Phase 2 |

*Tabulka 8 – parametry rádiových frekvencí*



*Obrázek 4, obrázek 5, obrázek 6 – příklady různých typů základnových stanic BTS*

#### **4.2.3.3 Síťový a spínací subsystém (NSS)**

Síťový a spínací subsystém je v podstatě analogií telefonní ústředny pevné sítě. NSS řídí komunikaci mezi uživateli sítě GSM a mezi účastníky jiných telekomunikačních sítí. Z jedné strany je tedy napojen na stanice BSS a z druhé strany pak na všechny dostupné externí sítě, do nichž daná síť GSM umožňuje přístup. Přístup mezi těmito dvěma množinami sítí řídí mobilní spínací ústředna (MSC). Ta je obvykle uzpůsobena k zajištění provozu v dané oblasti (například ve větším městě).

Od klasických telefonních ústředen se NSS liší takzvanými identifikačními bázemi. Ty jsou nutné z důvodu mobility uživatelů sítě GSM. Existují tři typy identifikačních bází:

- **domovský lokační registr (HLR)** - je databáze uchovávající všechny důležité informace o všech účastnících příslušejících do oblasti této HLR (povětšinou je ve městě, kde si uživatel koupil SIM kartu). Jsou zde obsaženy informace o předplacených službách, na něž máte nárok a tato databáze je kontrolována vždy, když o využití nějaké této služby žádáte. Každý účastník je vždy registrován jen v jediné bázi HLR, aby se předešlo nežádoucím chybám vyplývajícím z nesynchronizovaných údajů. Proto mohou ostatní ústředny systému MSC přistupovat do bází HLR ostatních MSC ústředen. Součástí báze HLR je i centrum autentičnosti (AuC), které zabezpečuje ochranu proti zneužití systému GSM (není to jediné opatření). I AuC je přístupný z ostatních MSC.
- **návštěvnícký lokační registr (VLR)** – je opět většinou součástí každé ústředny MSC. V tomto registru jsou uloženy aktuální informace o mobilních účastnících, kteří se právě pohybují v oblasti spravované příslušnou MSC. V okamžiku, kdy účastník opustí danou oblast, jsou tato data zrušena. Důležité přitom je, že zde nejsou nikdy měněna, veškerá aktualizace dat je přípustná jen směrem od HLR k VLR, nikoliv naopak. VLR tedy vyžaduje data z domovského HLR účastníka, který vstoupil na území spravované danou MSC ústřednou.
- **registr mobilních stanic (EIR)** - zaznamenává výhradně data, která se týkají mobilních stanic. V této databázi je každá oprávněná mobilní stanice registrována pod svým IMEI kódem, takže je například možné, aby z ukradeného telefonu nebylo možno v rámci celé sítě GSM telefonovat a to zapsáním IMEI ukradeného telefonu na takzvaný black list a ten podřadit pod EIR.

#### 4.2.3.4 Operační subsystém (OSS)

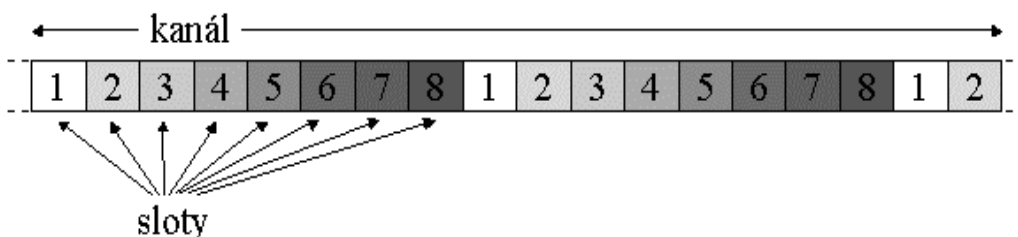
Operační subsystém má trojí funkci v síti GSM a je tvořen těmito podsystemy:

- **provozní a servisní centrum (OMC)** - řídí provoz a provádí údržbu technického zázemí ostatních subsystémů sítě GSM (NSS a BSS).
- **centrum managementu sítě (NMC)** - podílí se na správě mobilních stanic. Tyto stanice monitoruje, zjišťuje porouchané atd.
- **administrativní centrum (ADC)** - podílí se na správě a managementu účastníků sítě GSM. Sleduje registrace, tarifování a tak dále.

### 4.3 Princip časového multiplexu

Přestože opakovaně využijeme přidělených frekvencí v jednotlivých buňkách sítě stále to ještě nepostačuje k uspokojení všech hovorů v síti. Problémem je hlavně počet uživatelů v rámci jedné buňky, který je velmi často výrazně větší než počet kanálů (rozsahů frekvencí), dostupných v dané buňce pro přenos jednotlivých hovorů. Proto je nutné vícenásobně využít dostupné frekvence i v rámci jednotlivých buněk.

Tento problém se v digitálních sítích řeší právě pomocí časového multiplexu (TDMA – time division multiple access). Jeho podstatou je, že přenosové schopnosti určitého kanálu jsou rozděleny v čase. To znamená, že každý probíhající hovor využívá přenosový kanál jen po určitou dobu. Pak jej uvolní dalšímu hovoru, ten udělá totéž a takto se pokračuje až do doby, dokud se nevystřídají všechny hovory, které daný přenosový kanál sdílí. Po té na řadu přichází první hovor a vše se v cyklu opakuje.

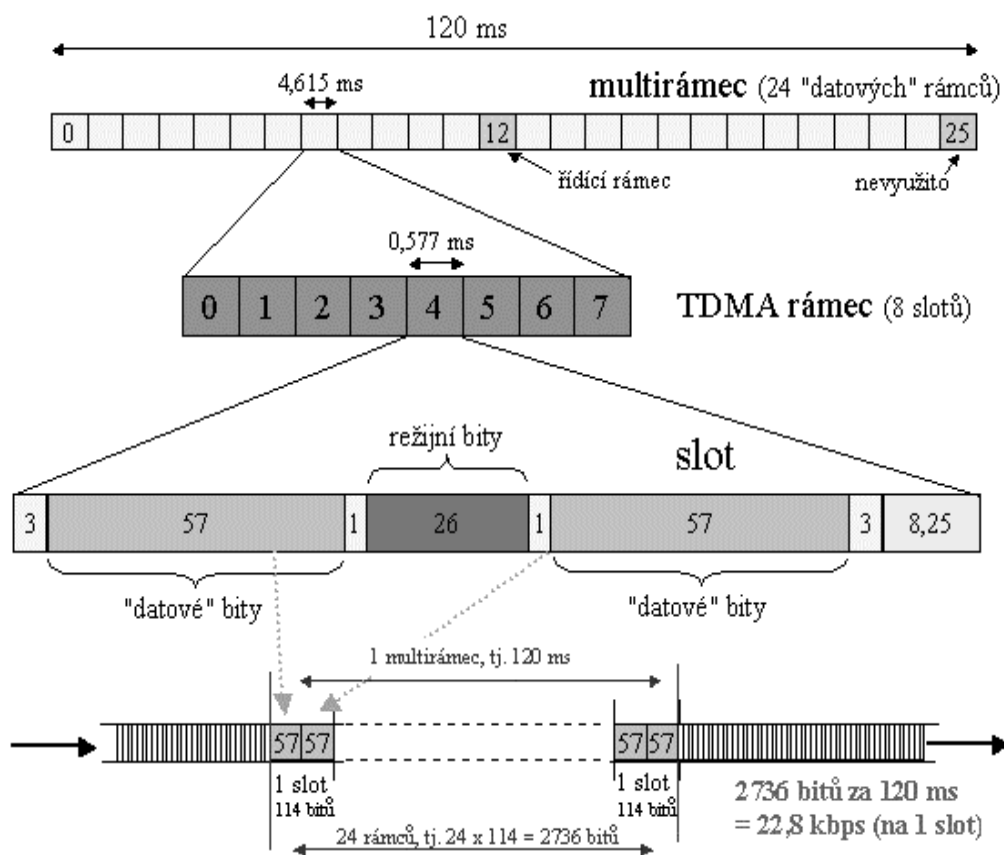


Obrázek 7- časový multiplex v systému GSM

Pokud jeden přenosový kanál sdílí tímto způsobem X souběžně probíhajících hovorů, dostává každý z nich přidělen tento kanál vždy na 1/X určitého časového kvanta. Toto časové kvantum se nazývá slot. V sítích GSM se jeden přenosový kanál dělí právě na 8 částí (slotů), to znamená, že je na jednom kanálu lze vést souběžně 8 hovorů. Vše znázorňuje obrázek číslo 7.<sup>17</sup>

#### 4.3.1 Sloty, Rámce, Multirámce

Toto byl základní princip časového multiplexu. Nyní se na něj podíváme podrobněji. Veškerý další text této podkapitoly je znázorněn na obrázku číslo 8.



Obrázek 8 – znázornění slotů, rámců a multirámce

<sup>17</sup> Existuje ještě další způsob efektivního sdílení dostupných přenosových kanálů. Jde o takzvaný kódový multiplex (CDMA - Code Division Multiple Access), založený na tom, že vysílající využije celé frekvenční pásmo které má k dispozici a vysílá na něm to, co vznikne zakódováním obsahu několika dílčích přenosů. Každý příjemce si pak z tohoto celku dekoduje jenom to, co je určeno jemu (a naopak nedokáže dekodovat to, co mu nepatří). S touto technikou se počítá pro mobilní sítě třetí generace.

Pro technologii GSM jsou v pásmu 900 MHz vyhrazeny frekvence od 890 do 915 MHz pro takzvaný uplink (jednosměrné spojení od mobilní stanice k základnové stanici) a 935-960 MHz pro downlink (od základnové stanice k mobilní stanici). V tomto rozsahu frekvencí je možné vytvořit až 124 kanálů, které jsou odstupňovány po 200 kHz od sebe. Tyto kanály jsou pak podle příslušných licencí rozděleny mezi jednotlivé operátory.

### **Slot**

Každý z těchto kanálů je pomocí časového multiplexu rozdělen na 8 slotů. Každý slot má přitom časovou délku  $15/26$  milisekund, což je přibližně 0,577 milisekund.

### **Rámec**

Každých 8 slotů, které lze přiřadit různým hovorům, tvoří dohromady jeden takzvaný TDMA rámec (TDMA frame), s časovou délkou  $120/26$  milisekund, což je přibližně 4,615 milisekund.

### **Multirámec**

Jednotlivé rámce jsou slučovány do skupin po 26, které tvoří takzvané multirámce. Časová délka jednoho multirámce je 120 milisekund. Právě od této hodnoty se odvozuje délka jednoho slotu ( $120$  milisekund děleno  $26$  (rámce), děleno  $8$  (sloty)). Jednotlivé multirámce jsou při přenosu od sebe odděleny časovou prodlevou rovnající se 3 slotům. Z celkového počtu 26 rámců v multirámcu je 24 využíváno pro vlastní přenosy dat, 1 rámec je řídicí a poslední 25. je nevyužit.

### **Formát slotu**

Nejčastěji používaný formát slotu odpovídá 156,25 bitům. Necelý počet bitů je způsoben tím, že na konci každého rámce je speciální zakončovací posloupnost délky 8,25 bitu. Hlavní část každého slotu tvoří dva 57 bitové bloky, oddělené 1 a 3 oddělovacími bity. Mezi těmito datovými bloky je další režijní blok velikosti 26 bitů, sloužící technickým účelům (k tomu, aby se rozpoznal užitečný signál od nejrůznějších odrazů rádiových vln).



### 4.3.2 Přenos dat

Nyní se podíváme na sloty, rámce a multirámce jako na přenosový kanál pro přenos dat. V rámci každého slotu jsou přenášeny dva bloky po 57 bitech (jde o „užitečné“ bity, ne režijní). V jednom rámci je 8 slotů a v multirámcu je jich 24 (z celkových 26 je jeden řídicí a jeden nevyužitý). Z toho vyplývá, že na jeden slot v rámci celého multirámcu připadá  $2 \times 57 \times 24$  bitů, což je 2736 bitů. Přenos jednoho multirámcu trvá již zmiňovaných 120 milisekund, takže na jeden slot připadá 2736 bitů za 120 milisekund, neboli 22800 bitů za jednu sekundu. To odpovídá přenosové rychlosti 22,8 kbps. Je nutné zdůraznit, že těchto 22,8 kbps je přenosová rychlost připadající na jeden slot, navíc zbavená vlivu režie nutné pro fungování GSM přenosů jako takových (jde například o režii na komunikaci mezi terminálem a základnovou stanicí, o režii spojenou s přechodem mezi buňkami (handover), či k tomu aby mobilní terminál ohlásil svou přítomnost základnové stanici, aby si vyžádal přidělení hovorového kanálu atd.).

Pokud bychom chtěli znát velikost této režie, můžeme si ji vypočítat. Stačí vyjít z toho, že každý slot přenáší celkem 156,25 bitů (včetně všech režijních), v každém rámci je 8 slotů a v každém multirámcu je 26 slotů (včetně jednoho řídicího a jednoho nevyužitého), které nyní již musíme započítat. Celkem tedy jde o  $156,25 \times 8 \times 26$ , tj. 32 500 bitů. Ty se přenesou za 120 milisekund (dobu přenosu 1 multirámcu), což odpovídá celkové přenosové rychlosti cca 271 kbps.

Při standardním využití sítě GSM pro hlasové přenosy je každému jednotlivému hovoru přiřazen jeden pravidelně se opakující slot (neboli jeden „hovorový“ kanál vzniklý rozdělením původního přenosového kanálu pomocí časového multiplexu na osm částí). Na každý hovorový kanál připadá přenosová rychlost 22,8 kbps, zatímco na celý přenosový kanál (odpovídající 8 hovorovým kanálům) připadá přenosová rychlost cca 271 kbps. Ovšem  $8 \times 22,8$  je rovno 182,4 kbps a to je méně než oněch 271 kbps, které odpovídají celému přenosovému kanálu. Jedná se právě o vliv režie na fungování GSM sítě jako takové.

Pokud celkovou rychlost jednoho přenosového kanálu, tj. oněch cca 271 kbps, rozpočítáme na 8 hovorových kanálů (slotů), pak na každý z nich připadá 33,8 kbps. Režie, připadající na zajištění funkcí GSM sítě jako takové, tedy činí 33,8-22,8, což je cca 11 kbps na každý hovorový kanál (slot). Vše je znázorněno na obrázku číslo 8.

Ani přenosová kapacita, která v každém hovorovém kanálu zbývá po odečtení „režie“ na fungování GSM sítě (ve výši oněch cca 11 kbps), však ještě není využívána pro „čistý“ přenos hlasu. I zde dochází k dalšímu zúžení započítáním dalším režie, tentokrátě nutné pro zajištění dostatečně kvalitního hovoru.

Na závěr této kapitoly o slotech a rámcích je důležité zdůraznit, že popisovaná struktura slotů a rámců se týká takzvaných dopravních kanálů (TCH - traffic channels), které slouží primárně k přenosu hovorů nebo dat a pracují s multirámci o velikost 26 rámců. Kromě toho ale v sítích GSM existují i takzvané řídicí kanály (control channels), které slouží především řídicím účelům (a jsou definovány pomocí multirámců o velikosti 51 rámců, s poměrně složitou strukturou). I tyto řídicí rámce lze použít pro přenosy dat.

# 5 Datové přenosy v sítích GSM

Tato kapitola se podrobně věnuje datovým přenosům v sítích GSM. Budou zmíněny standardní nepaketové datové přenosy, přenosy pomocí rychlého přepojování okruhů a paketové přenosy GPRS. Než se ale dostaneme ke konkrétním typům, je dobré se zmínit o obecném přístupu k přenosu dat v sítích GSM.

## 5.1 Jak přenášet data v sítích GSM

Mobilní sítě GSM jsou digitální. To znamená, že se vše přenáší v digitální podobě.

Samotný přenos mezi mobilní stanicí (telefonem či jiným druhem terminálu) a základnovou stanicí, který se odehrává prostřednictvím rádiových vln, je ale ve své podstatě analogový. Proto i síť GSM musí používat vhodné techniky modulace, pomocí kterých namodulují digitální data na analogový signál který je skutečně šířen éterem. Toto je ovšem interní záležitostí GSM, která není zvenku patrná. Na mobilní síť GSM můžeme proto z vnějšku pohlížet jako na čistě digitální síť.

Budeme-li chtít využít síť GSM k datovému přenosu, pak je zapotřebí předávat jí data již přímo v digitální podobě (a nechat ji, ať se postará o další přenos). Není potřeba žádný analogový modem, ale přesto se v praxi lze setkat s různými „GSM modemy“.

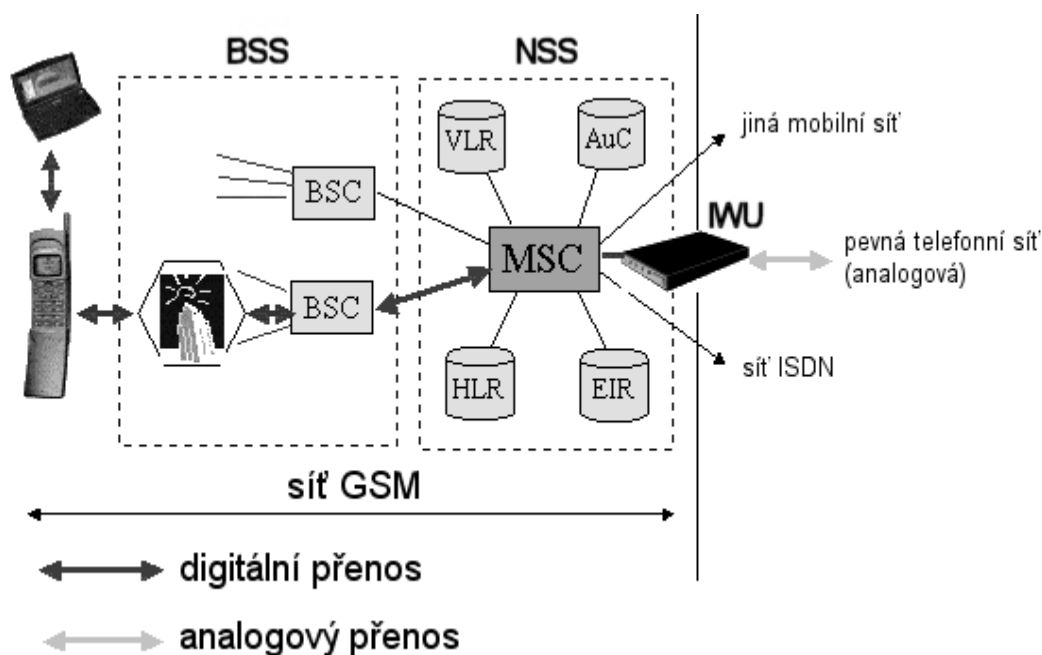
Jde o to, že různá zařízení která fungují jako terminály (koncová zařízení) sítě GSM, tedy různé mobilní telefony, fixní terminály a podobně, mohou mít různá rozhraní a různé konvence pro připojování dalších zařízení počítačového typu (pokud něco takového vůbec umožňují). „GSM modemem“ je potom označováno takové zařízení, které umožní propojit počítač s příslušným terminálem mobilní sítě - někdy má tento „modem“ podobu technického prostředku (například PCMCIA karty, či speciálního adaptéru), ale může být řešen

i softwarovými prostředky. K propojení počítače a mobilního telefonu pak stačí například sériový kabel který se na straně počítače připojuje k sériovému rozhraní, podobně jako běžný modem pro analogovou síť.

Tento princip je stejný jako v sítích ISDN<sup>18</sup>. Zde také není potřeba modem, který by konvertoval digitální data z počítače do analogové formy, protože síť ISDN funguje digitálně až do úrovně svých koncových terminálů. Místo modemu je potřeba vhodná karta, zajišťující potřebné napojení na rozhraní sítě ISDN a schopná komunikovat v této síti.

Podobná je situace v sítích GSM. Jediným podstatným rozdílem je, že u ISDN je rozhraní pro připojování koncových zařízení standardizováno, na rozdíl od GSM, kde je různé, protože jde o rozhraní mezi počítačem a konkrétním typem mobilního stanice.

V předchozích odstavcích jsme probrali připojení zařízení typu počítač k síti GSM. Tím ale přenos dat zdaleka nekončí. Je otázka, co se stane s daty na opačné straně přenosového kanálu.



Obrázek 9 – datový přenos mezi sítí GSM a ostatními typy sítí

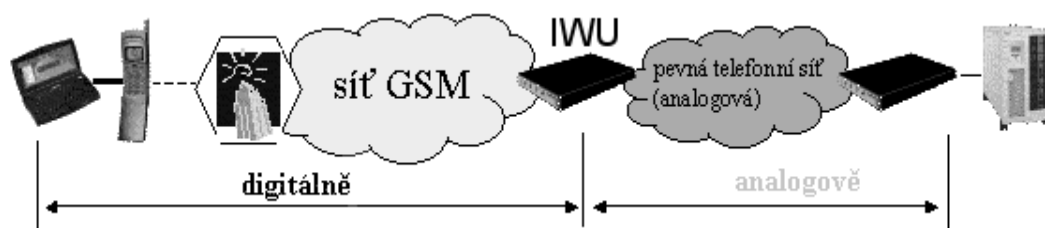
<sup>18</sup> GSM je dokonce někdy chápáno jako mobilní varianta ISDN.

Existují tři základní možnosti (viz obrázek číslo 9):

- z druhé strany se připojí analogová síť, většinou klasická pevná telefonní síť
- z druhé strany se připojí digitální síť (například již zmiňovaná síť ISDN nebo některá datová síť (internet) )
- z druhé strany se připojí opět mobilní síť GSM

Zásadní rozdíl mezi jednotlivými variantami je v tom, jestli musí dojít v místě propojení ke konverzi digitálních dat na analogový signál, nebo ne.

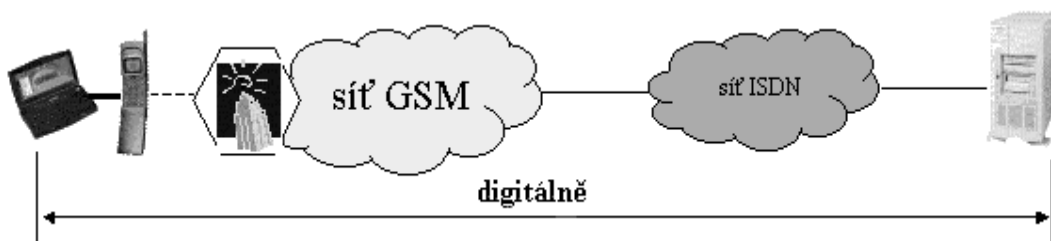
V prvním případě, tedy když se skrz GSM síť připojujeme k analogové síti zde musí být vhodný analogový modem v místě, kde dochází k propojení digitální sítě GSM a analogové telefonní sítě (viz. obrázek číslo 10).



Obrázek 10 – propojení sítě GSM s analogovou sítí

Místo tohoto propojení je bezprostředně za mobilní spojovací ústřednou (MSC). Zařízení plnící funkci modemu se označuje jako IWU (inter working unit).

Ve druhém případě není žádné zařízení potřeba, protože propojení sítě GSM s navazující digitální sítí (ISDN) je řešeno přímo, bez modemu a hlavně bez konverze dat do analogové podoby (viz. obrázek číslo 11).



Obrázek 11 – propojení sítě GSM a sítě ISDN

Je-li datový přenos realizován mezi dvěma mobilními stanicemi sítě GSM (třetí případ) je situace stejná jako ve druhém případě. Odpadá zde jakákoliv konverze dat do analogové podoby (viz obrázek číslo 12).



Obrázek 12 – propojení sítě GSM s jinou sítí GSM

## 5.2 Transparentní a netransparentní datové přenosy

Důležitou vlastností datových přenosů v sítích GSM, je jejich schopnost vyrovnat se s případnými chybami při přenosu. V případě, kdy je 22,8 kbps v každém slotu využíváno pro přenos dat (ať již rychlostí 14,4 nebo 9,6 kbps) jsou využívány mechanismy pro realizaci přenosu, které v sobě obsahují zabezpečení proti chybám (to ale rozhodně není absolutní). Tyto mechanismy chránící proti chybám fungují podobně jako u přenosu hlasu „dopředně“, to znamená, že se snaží přidávat k přenášeným datům určité doplňující údaje, pomocí kterých pak příjemce může některé případné chyby opravit sám, bez toho, že by chybně přenesená data musela být přenášena znovu.

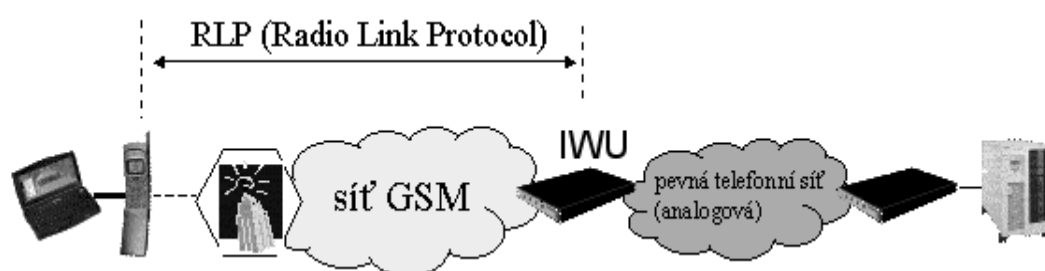
Toto řešení sice nezpomaluje tok dat ani nezpůsobuje žádné nepravidelnosti v jejich doručování, ale na druhé straně je velmi náročné na přenosovou kapacitu. Aby dokázalo opravit více chyb, musí k „užitečným“ datům přidat více režijních dat a k tomu má jen velmi málo prostoru (v případě přenosů rychlostí 9,6 kbps se musí vejít do cca 13,2 kbps, které zbývají do dostupných 28,8 kbps, a u přenosů 14,4 má ještě méně prostoru a musí se vejít do 8,4 kbps).

### 5.2.1 Netransparentní režim přenosu dat

Zvyšování spolehlivosti při datových přenosech přidáváním režijních dat již není vhodné, protože je značně neefektivní. Místo toho se používá řešení,

typické pro počítačové sítě fungující na paketovém principu. Využívá se toho, že mezi odesílatelem a příjemcem existuje zpětná vazba, a pokud příjemce přijme nějaká poškozená data, pošle odesílateli zpět zprávu s žádostí o jejich opětovné zaslání. Toto řešení samozřejmě vyžaduje, aby obě komunikující strany byly přesně domluveny na konkrétním postupu, neboli na konkrétním protokolu který budou používat.

Tímto protokolem je RLP (radio link protocol), odvozený od linkového protokolu HDLC, který pochází z paketových sítí. Ani on sice neodkáže zcela eliminovat možnost výskytu chyby v přenášených datech, ale dokáže toto nebezpečí výrazně zmírnit až na úroveň pravděpodobnosti výskytu chyby  $10^{-8}$ . Protokol RLP je implementován v koncových bodech GSM sítě. Na jedné straně v mobilní stanici, a na straně druhé za ústřednou MSC v zařízení IWU (inter working unit).



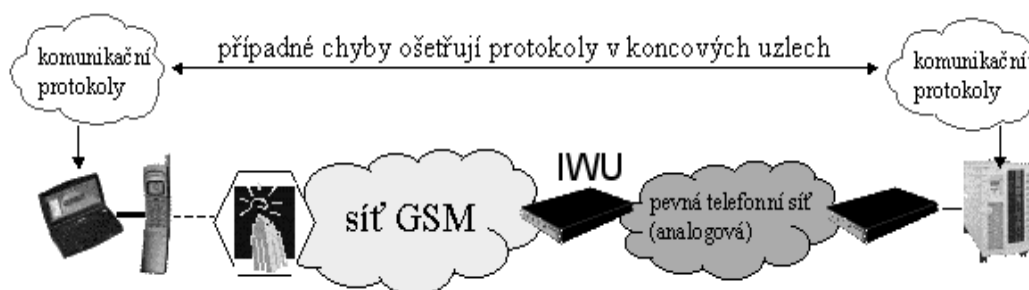
Obrázek 13 – netransparentní přenos pomocí protokolu RLP

Používání protokolu RLP není povinné, takže je možné jej vypnout. Režim, kdy je tento protokol zapnut a používán, je označován právě jako netransparentní. Jeho výhodou je nízká chybovost, která je ale na druhou stranu vyvážena větším rozptylem přenosového zpoždění, neboli většími nepravidelnostmi v doručování dat. Pokud totiž protokol RLP objeví nějakou chybu v přenesených datech, nechává si je poslat znovu, a tím se samozřejmě narušuje pravidelnost toku dat. Navíc režie, kterou protokol RLP nutně způsobuje, jde na úkor přenosové kapacity odpovídající rychlostem 9,6 kbps nebo 14,4 kbps, a efektivní přenosová rychlost se tudíž ještě o něco snižuje.

Netransparentní režim přenosu je možné kombinovat s komprimačním protokolem V.42bis, jehož komprimační schopnosti jsou závislé na povaze přenášených dat a v optimálním případě dosahuje tento protokol kompresního poměru až 4:1. Důležité je, že použití tohoto protokolu je vázáno jen na netransparentní režim (tedy na současné použití protokolu RLP).

## 5.2.2 Transparentní režim přenosu dat

Používání protokolu RLP je možné vypnout. Tento režim přenosu dat se nazývá transparentní (transparentní v tom smyslu, že přenosová cesta se pak chová jako „průběžně průchozí roura“ a není z ní vůbec patrné, že přenos probíhá po síti GSM). Existence transparentního režimu je nutná kvůli tomu, že některé mobilní stanice (mobilní telefony i jiná koncová zařízení) nemusí protokol RLP podporovat. Je ale nutná i proto, že některým aplikacím nemusí vyhovovat důsledky nasazení protokolu RLP, zejména pak nepravidelnosti v doručování dat. Existují totiž takové aplikace, kterým ani tak nevadí případná chybovost, jako spíše nepravidelnost v doručování dat. Jde například o multimediální aplikace (přenosy obrazu a zvuku).



Obrázek 14 – transparentní přenos

I při použití transparentního režimu přenosu samozřejmě mohou být použity mechanismy zajišťující spolehlivost přenosů. Ty ale jsou nyní implementovány až v koncových uzlech které spolu komunikují (zatímco protokol RLP, pokud je v netransparentním režimu používán, je implementován přímo v GSM síti).



### **5.3 CSD (circuit switched data) – datové přenosy rychlostí 9,6 a 14,4 kbps**

Touto kapitolou se dostáváme k nejstaršímu typu přenosu dat v sítích GSM. Jde o základní typ nepaketového přenosu, který vychází z přenosu hlasu.

Datový přenos CSD (Circuit Switched Data) funguje na principu přepojování okruhů. To znamená, že mezi příjemcem a odesílatelem vzniká souvislá přenosová cesta s vyhrazenou přenosovou kapacitou.

Z kapitoly o časovém multiplexu již víme, že v rámci každého slotu (hovorového kanálu) je k dispozici jen oněch 22,8 kbps, protože s režii 11 kbps připadající na samotné fungování GSM sítě není možné nic dělat (alespoň ne bez zásadnějších změn ve fungování sítě). Ale ani oněch 22,8 kbps nelze zdaleka plně využít k samotnému přenosu uživatelských dat, protože podobně jako u přenosu hlasových hovorů ve zdigitalizované podobě je i zde nutná určitá režie na zajištění přenosů, na opravy chyb, na navazování spojení a podobně.

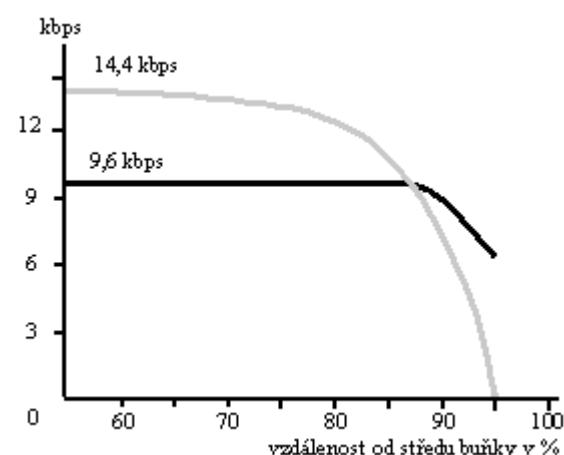
U tohoto typu datového přenosu se používá velmi podobných (dosti robustních) technik a mechanismů pro zajištění spolehlivosti datových přenosů jako u hlasových hovorů. To vede k realizování datových přenosů nejbližší nižší „normovanou“ rychlostí vztaženou k datovému toku který vzniká digitalizací hlasu a odpovídá rychlosti 13 kbps. Používá se tedy rychlost 9,6 kbps. Zbývajících cca 13,2 kbps (do výsledných 22,8 kbps) pak jde na vrub režii na zajištění spolehlivosti, ošetření chyb a výpadků, navazování spojení a tak dále.

Praxe ukázala, že datové přenosy nejsou až tak citlivé na bezchybovost jako vysoce komprimovaný hlas, a že je tím možné oslabit původně velmi robustní mechanismy ošetřující chyby a naopak zvýšit rychlost „čistého“ datového toku. Proto se původní datový tok 9,6 kbps podařilo zvýšit na 14,4 kbps. Ovšem za cenu toho, že takovéto přenosy vyžadují kvalitnější (silnější) signál. Jak ukazuje graf na obrázku číslo 15, se zhoršujícím se signálem (ve větších vzdálenostech od základnové stanice ve středu buňky) se využitelnost obou rychlostních variant zmenšuje, a to rychleji právě u rychlosti 14,4 kbps.

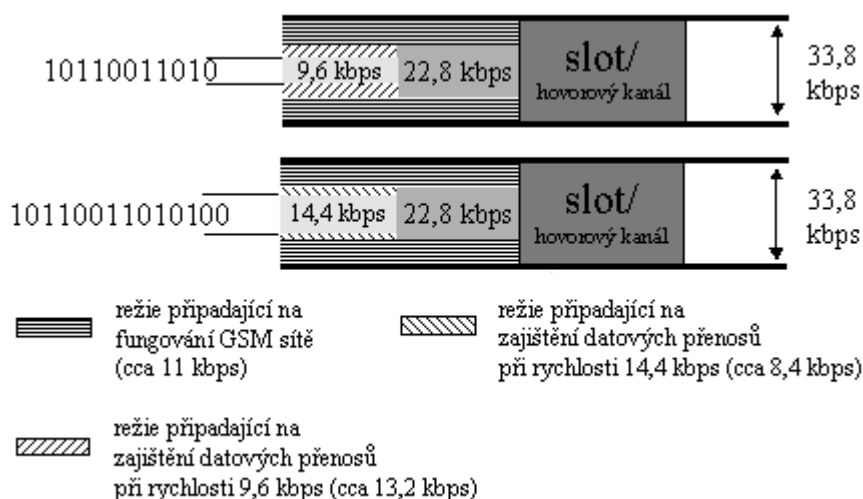
V okrajových částech buňky dochází k podstatnému snížení rychlosti (díky většímu počtu chyb se přenesou méně „užitečných“ dat).

A jak se dosáhlo zvýšení rychlosti z 9,6 na 14,4 kbps? Nedošlo k žádné změně v časování, ani ve formátu jednotlivých slotů a rámců či multirámců. Na jeden slot stále

připadá oněch 33,8 kbps. Stejně tak nedošlo ke změně ani u mechanismů které zajišťují samotné fungování GSM sítě (komunikaci s BTS, handover a tak dále). Ty si z 33,8 kbps stále berou svých cca 11 kbps, a na každý slot tak připadá stále 22,8 kbps. Změnilo se ale rozdělení oněch 22,8 kbps mezi „užitečná data“ a mechanismy zajišťující fungování vlastních datových přenosů. Ty jsou oslabeny (hlavně v jejich robustnosti). Tím se dosáhne toho, že mají menší režii a z dostupné přenosové kapacity 22,8 kbps nyní spotřebovávají jen asi 8,4 kbps. Na vlastní přenosy tak zbývá (při dostatečně silném signálu) právě 14,4 kbps. Vše přehledně znázorňuje obrázek číslo 16.



Obrázek 15 - závislost propustnosti na vzdálenosti mobilní stanice od středu buňky



Obrázek 16 - datové přenosy rychlosti 9,6 a 14,4 kbps

Závěrem této kapitoly o standardních datových přenosech je důležité se zmínit o tom, že jednotlivé sloty jsou pouze jednosměrné. Pro obousměrnou komunikaci musí být použity vždy sloty dva. Jeden pro uplink (spojení od mobilní stanice k základnové stanici) a jeden pro downlink (spojení od základnové stanice k mobilní stanici).

Další oslabování mechanismů zajišťujících datové přenosy za účelem zvýšení propustnosti je sice možné, ale za cenu ještě většího zhoršení podmínek příjmu. Přesto existují cesty ke zvyšování přenosových rychlostí. Využívají sdružování jednotlivých slotů, a díky tomu i sčítání jejich přenosových rychlostí.

### **5.3.1 Shrnutí**

CSD jsou první, nejstarší a „nejjednodušší“ datové přenosy v sítích GSM. Jde o nepaketovou formu přenosu. Vychází z technologie přenosu hlasu, kdy je pro každý datový přenos vyhrazen samostatný kanál (jeden pro příjem, druhý pro vysílání). Rychlost komunikace dosahuje 9,6 kbps. V případě kvalitního signálu je možné dosáhnout rychlosti až 14,4 kbps.

## **5.4 HSCSD (*high speed circuit switched data*)**

Standardní datové přenosy rychlostí 9,6 kbps nebo 14,4 kbps, popisované v předchozí kapitole, využívají k přenosu vždy jeden hovorový kanál (slot), pro jeden datový přenos. Vyšší rychlosti až do nepřekročitelné hranice 22,8 kbps sice připadají v úvahu, ale pouze v podmínkách dostatečně kvalitního příjmu signálu a nikoli v celé buňce.

Pokud se snažíme datové přenosy zrychlit máme několik možností. Jednou z nich je předělat celou koncepci GSM sítě. Zejména odstranit rozdělení dostupných frekvenčních kanálů pomocí časového multiplexu a využívat je jiným způsobem (například jako dále nedělené celky). Tím by se zřejmě zmenšila i celková režie na fungování sítě a dosáhlo se vyšších přenosových kapacit. Ovšem za cenu toho, že už to bude úplně jiná síť než stávající síť GSM. Tento

způsob by však byl velmi finančně nákladný (nová síť, nové mobilní telefony a podobně).

Abychom tedy nenarušily celkovou koncepci a fungování sítě GSM (včetně zachování její schopnosti přenášet hlas), nemůžeme měnit existující strukturu slotů, rámců a multirámců. Jedinou možností je efektivněji využívat ty volné sloty, kterými síť momentálně disponuje (ty, které nejsou právě využívány ani pro přenos hlasu, ani pro jiný přenos dat).

Právě na tomto principu je založena technologie přenosu dat HSCSD (high speed circuit switched data) – vysokorychlostní okruhově spojená dat. HSCSD zachovává vlastnosti původního způsobu přenosu dat (na principu přepojování okruhů) a přidává několikanásobné zrychlení, tím že pro přenos dat využívá více slotů současně. Umožňuje také pracovat s asymetrickými přenosy - přenos směrem k uživateli může být rychlejší než přenos opačným směrem.

Tolik úvodem a nyní se podíváme na tuto technologii podrobněji.

#### **5.4.1 Technologie HSCSD**

Na začátek malé připomenutí technologie standardního přenosu dat. Přenosové kanály, které mají operátoři k dispozici jsou rozděleny pomocí časového multiplexu na jednotlivé sloty, které se pravidelně opakují. Po odečtení režie, připadající na fungování GSM sítě je každý slot schopen přenášet data rychlostí 22,8 kbps, ale to ještě neznamená, že tato rychlost je plně využitelná pro přenos „užitečných dat“. Je nutné vzít v úvahu též režii připadající na zajištění přenosů, zejména na kódování dat a ochranu proti chybám. Standardně po odečtení této režie zbývá pro „užitečná data“ již jen 9,6 kbps, což je také standardní přenosová rychlost pro datové přenosy v rámci GSM. Při dostatečně silném signálu lze oslabením mechanismů zajišťujících přenos dosáhnout menší režie a „užitečné“ rychlosti 14,4 kbps. To je ale již maximum v případě, že využíváme jeden slot - tedy stejně jako při hlasových hovorech, pro které byla síť původně budována.

Podstatou HSCSD je právě to, že se komunikující dvojici přidělí více slotů současně, na celou dobu existence jejich vzájemného spojení. Přenosová rychlost,

kteřou pak mají komunikující strany k dispozici, však není jednoduchým součtem přiděleného počtu slotů. Je to proto, že jednotlivé sloty jsou pouze jednosměrné, a pro obousměrnou komunikaci musí být vždy použity dva (uplink pro spojení od mobilní stanice k základnové stanici a downlink pro spojení od základnové stanice k mobilní stanici). Pokud je tedy u standardního datového přenosu rychlost 9,6 kbps či 14,4 kbps, pak jde vždy o současné využití dvou slotů, jednoho pro příjem a druhého pro vysílání.

#### 5.4.1.1 Třídřy HSCSD

Technologie HSCSD umožňuje použít více jak dva sloty současně. Kolik, to je závislé na jejich momentální dostupnosti, ale také na tom, jaké jsou schopnosti koncového zařízení (mobilní stanice). Specifikace standardu HSCSD, rozděluje koncová zařízení do 18 tříd podle toho, s kolika sloty dokáží najednou pracovat. Nejdůležitější z těchto 18 tříd shrnuje tabulka číslo 9.

| Třída | Maximální počet slotů |               |        | Typ |
|-------|-----------------------|---------------|--------|-----|
|       | Rx - příjem           | Tx – vysílání | Celkem |     |
| 1     | 1                     | 1             | 2      | 1   |
| 2     | 2                     | 1             | 3      | 1   |
| 3     | 2                     | 2             | 3      | 1   |
| 4     | 3                     | 1             | 4      | 1   |
| 5     | 2                     | 2             | 4      | 1   |
| 6     | 3                     | 2             | 4      | 1   |
| 9     | 3                     | 2             | 5      | 1   |
| 10    | 4                     | 2             | 5      | 1   |
| 12    | 4                     | 4             | 5      | 1   |
| 13    | 3                     | 3             | 6      | 2   |
| 18    | 8                     | 8             | 16     | 2   |

Tabulka 9 – třídřy HSCSD

Nejpoužívanější je většině případů třída 6 a proto se jí budu věnovat v samostatné kapitole<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> I jediný český operátor (Eurotel) nabízející přenosy technologií HSCSD používá právě třídřu 6.

Maximem je třída 18, ve které je možné využít všech 8 slotů jednoho rámce pro příjem a dalších 8 slotů jiného rámce pro vysílání, a to dokonce současně (toto umí až zařízení typu 2, viz. poslední sloupeček tabulky 9). Převáděno na rychlost to odpovídá  $8 \times 14,4$  kbps, což je 115,2 kbps plně duplexně (oběma směry současně). To je také rychlostní maximum technologie HSCSD, protože další zvyšování již naráží na omezenou velikost rámce, který má pouze 8 slotů.

Chceme-li však využívat datových přenosů HSCSD, musíme mimo výhod z toho plynoucích, zmínit i podstatnou nevýhodu této technologie.

Mobilní síť má v každé své buňce jen omezený počet frekvenčních kanálů, členěných na sloty. Pokud se určitý počet slotů vyhradí pomocí HSCSD pro potřeby rychlejších datových přenosů, nejsou již příslušné sloty využitelné pro jiné účely, tedy ani pro hlasové přenosy. HSCSD proto velmi „užír“ vzácné sloty, které se někdy nemusí dostávat ani pro hlasové hovory. Velmi proto záleží na tom, jak má konkrétní operátor dimenzovány své buňky a jaký je v nich provoz. Hlasové přenosy (telefonní hovory) přitom mají většinou přednost před datovými přenosy.

#### 5.4.1.2 HSCSD třída 6

V šesté třídě HSCSD je možné použít až čtyři sloty současně. Z tabulky číslo 9 tedy vyplývá, že máme výběr ze dvou možností:

- **symetrické řešení** – pro datový přenos využijeme dva sloty pro příjem a dva pro vysílání. Přenosová rychlost toho řešení je tedy  $2 \times 14,4$  kbps, což je 28,8 kbps v obou směrech (za předpokladu využití slotů s rychlostí 14,4 kbps) nebo  $2 \times 9,6$  kbps, což je 19,2 kbps (za předpokladu využití slotů o rychlosti 9,6 kbps)
- **asymetrické řešení** – pro datový přenos využijeme tři sloty pro příjem a jeden pro vysílání. Přenosová rychlost je v tomto případě  $3 \times 14,4$  kbps, což je 43,2 kbps pro příjem a 14,4 kbps pro vysílání (za předpokladu využití slotů s rychlostí 14,4 kbps) nebo 28,8 kbps

(3 x 9,6 kbps) pro příjem a 9,6 kbps pro vysílání (za předpokladu využití slotů s rychlostí 9,6 kbps)

Z tabulky číslo 9 dále vyplývá, že asymetrické řešení je možné použít pouze v kombinaci 3 + 1 (větší rychlost na příjmu a pomalejší na vysílání) a ne obráceně, protože pro vysílání lze použít nejvíce 2 sloty (viz. kolonka Tx v tabulce). Toto asymetrické řešení tedy nelze použít pro přenos mezi dvěma mobilními terminály (jeden by sice mohl přijímat rychlostí 43,2 kbps, ale druhý by nedokázal stejnou rychlostí vysílat).

Asymetrický režim je proto určen pro datové přenosy, kdy na jedné straně je mobilní stanice a na druhé straně spojení ústí do jiné sítě (mimo GSM), která je již schopna komunikovat potřebnou rychlostí. Typickým příkladem je připojení k internetu, kdy na „druhé straně“ je síť internetového providera, a mobilní stanice bude převážně stahovat data z internetu, k čemuž je větší rychlost na příjmu ideální.

Na základě podrobného rozebrání šesté třídy, lze odvodit jak maximální rychlosti přenosu tak také možné kombinace symetrického a asymetrického režimu pro ostatní třídy.

#### **5.4.2 Shrnutí**

Datové přenosy HSCSD (high speed circuit switched data) jsou vylepšenou formou technologie CSD. Pro jeden přenos lze najednou použít více slotů a dosáhnout tak v ideálním případě rychlosti až 115,2 kbps (při použití všech 8 slotů jednoho kanálu najednou). Datový přenos může být symetrický (data proudí oběma směry stejně rychle) nebo asymetrický (data proudí v jednom směru rychleji). Nevýhodou HSCSD je, že sloty zabrané pro přenos jsou blokovány po celou dobu spojení a nelze je již jinak využít. Tím se snižuje kapacita GSM sítě. Záleží proto na operátorovi konkrétní sítě pro jaké třídy (z 18 možných) se rozhodne.

## **5.5 GPRS (general packet radio service)**

Technologie GPRS přináší do datových přenosů zásadní změnu a umožňuje tak vznik zcela nových aplikací a služeb, které dosud nebylo možné či ekonomicky efektivní zavádět. Na druhou stranu si ale GPRS vynucuje určité hlubší změny v samotné mobilní síti GSM. Kvůli tomu je zavádění GPRS poměrně náročnou záležitostí. I přesto je v současnosti tato technologie velmi populární, o čemž svědčí i fakt, že služby GPRS nabízejí všichni čeští operátoři.

Zásadní odlišností GPRS od dosavadních možností přenosu dat v mobilních sítích GSM je, že zatímco všechny dosavadní přenosy fungovaly na principu přepojování okruhů, GPRS funguje na principu přepojování paketů. Obrovskou výhodou je, že uživatelé využívají přenosovou kapacitu sítě pouze v okamžicích kdy něco přenášejí a neblokují tak síť po celou dobu spojení.

### **5.5.1 Změny v síti GSM nutné pro funkci GPRS**

Jak již bylo řečeno v úvodu, potřebuje GPRS na rozdíl od předešlých technologií přenosu dat, poměrně velký zásah do existující mobilní sítě, protože ta byla až dosud určena pouze na přenosy na bázi přepojování okruhů.

Největší změnou, kterou zavedení GPRS vyžaduje, si lze v jednoduchosti představit jako přeložení jedné další sítě (fungující na principu přepojování okruhů) přes stávající páteřní část mobilní sítě, neboli přes propojení základnových stanic (BTS), základnových řídicích stanic (BSC) a mobilních ústředěn (MSC), a provázání nové sítě se stávajícími řídicími prvky včetně prvků zajišťujících účtování za služby.

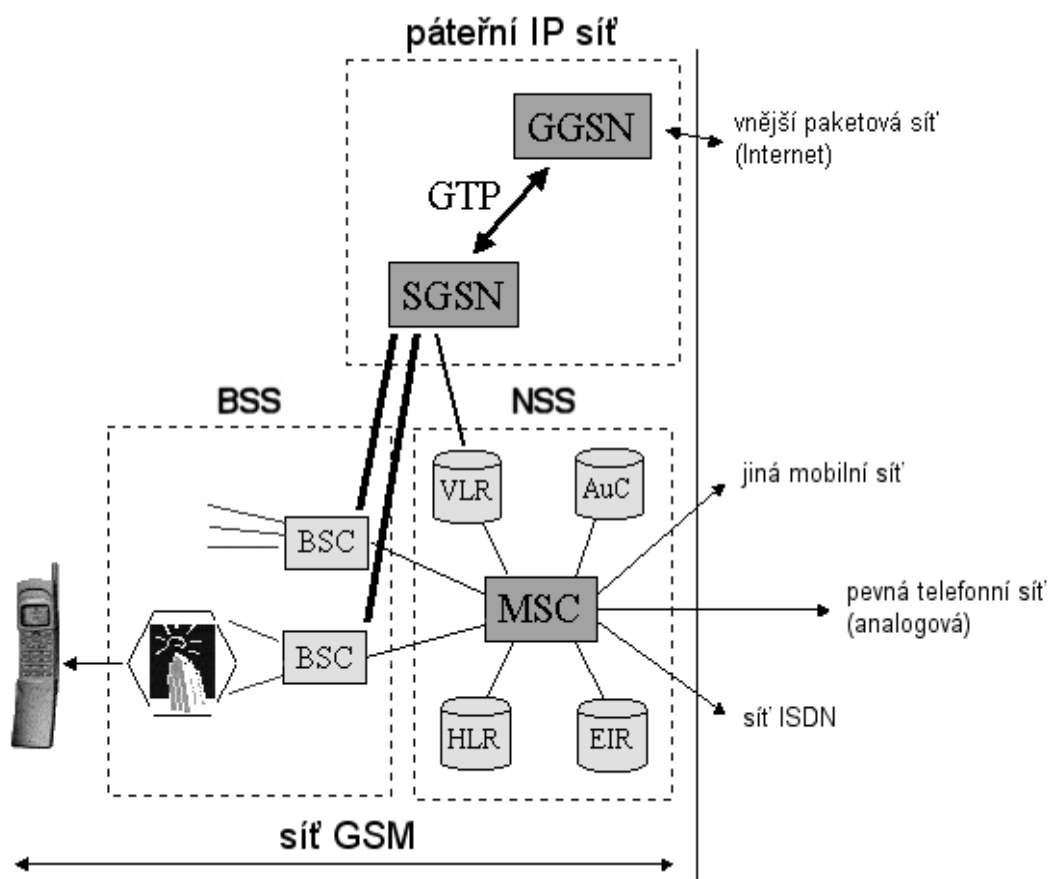
Nová síť, o kterou musí být stávající síť GSM rozšířena, je tvořena dvěma novými druhy uzlů (viz. obrázek číslo 17):

- uzly SGSN (serving GPRS support node)
- uzly GGSN (gateway GPRS support node )

Obou typů uzlů přitom může být v síti více, podle toho kolik jich je zapotřebí. Pro každou vnější datovou síť, se kterou je mobilní síť propojena,



většinou existuje samostatný uzel GGSN. Mezi sebou pak uzly SGSN a GGSN komunikují prostřednictvím protokolu GTP (GPRS tunnelling protocol), což je aplikační protokol ze skupiny protokolů TCP/IP. Sám využívá ke svému fungování transportní protokoly UDP nebo TCP, pod kterými je provozován protokol IP.



Obrázek 17 - rozšíření sítě GSM o GPRS

### 5.5.1.1 Uzly SGSN

Uzly SGSN se dají přirovnat k mobilním ústřednám (MSC) v původní síti. Mají také na starosti doručování dat do (z) mobilních stanic v okruhu své působnosti, ale tentokrát již jde o paketová data, a ne o data přenášená na principu přepojování okruhů. Uzly SGSN jsou napojeny na základnové stanice (BTS) skrze základnové řídicí stanice (BSC), přes které zajišťují vlastní přenos dat. Kromě toho ale musí vždy být schopné zjistit, kde se příslušný terminál nachází,

ověřit jeho identitu, zajistit řádné účtování za poskytnuté služby a podobně. Proto mají mimo jiné i přístup k některým registrům (například k registru HLR).

### 5.5.1.2 Uzly GGSN

Uzly GGSN naopak plní úlohu brány mezi mobilní sítí a vnější datovou sítí. Fakticky tedy zajišťují propojení obou těchto sítí a zprostředkovávají přestup dat z jedné sítě do druhé. V současné době se počítá s tím, že „vnější“ sítě pracují na bázi protokolu IP (starší protokol X.25, který byl dříve používán pro veřejné datové sítě je dnes již považován za zastaralý).

### 5.5.2 Služby GPRS založené na paketovém přenosu

Jak již bylo zmíněno, GPRS je založeno na paketovém způsobu přenosu dat. Samotný přenos na principu přepojování paketů může být realizován opět ve dvou různých variantách:

- **Nespojovaný (connectionless) přenos** - jednotlivé pakety jsou přenášeny nezávisle na sobě. Mezi odesílatelem a příjemcem není navazováno žádné spojení. Jednotlivé pakety se pak mohou dostávat ke svému cíli různými cestami a v důsledku toho mohou být doručovány i v jiném pořadí, než v jakém byly původně odeslány. Tímto způsobem pracuje mimo jiné i protokol IP ze skupiny protokolů TCP/IP.
- **Spojovaný (connection-oriented) přenos** - při tomto typu přenosu sice dochází k navázání spojení mezi příjemcem a odesílatelem, ale pouze na logické úrovni (jde pouze o vytyčení cesty, ale nevyhrazuje se přenosová kapacita). Jednotlivé pakety se pak dostávají ke svému cíli takto vytyčenou cestou, a tudíž je zachováno i jejich pořadí. Tímto způsobem pracuje například protokol X.25.

GPRS podporuje oba tyto způsoby paketového přenosu.

Různé druhy datových přenosů mohou mít různé požadavky na jejich kvalitu. GPRS nabízí různé úrovně kvality služeb (QoS - quality of service) a to v těchto oblastech:

- **Priorita** – jsou definovány tři úrovně priority: vysoká, střední a nízká. Například pakety přenášené se střední prioritou budou mít přednost před pakety s nižší prioritou, a naopak budou při svém přenosu dávat přednost paketům s vysokou prioritou.
- **Spolehlivost** – jsou definovány tři třídy spolehlivosti, které definují určité kombinace pravděpodobnosti toho, že dojde ke ztrátě paketu, k přijetí duplikátu, k poškození paketu nebo jeho doručení mimo pořadí (viz. tabulka číslo 10)
- **Zpoždění** - jsou definovány čtyři třídy vztažené k průměrnému zpoždění a ke zpoždění 95% přenášených paketů pro dvě různé délky paketů (viz. tabulka číslo 11)
- **Propustnost** - je definována maximální (špičková) a střední přenosová rychlost

| Třída | Pravděpodobnost (1 výskyt na uvedený počet případů) |          |             |                 |
|-------|---|----------|-------------|-----------------|
|       | Ztráta paketu                                       | Duplikát | Mimo pořadí | Poškozený paket |
| 1     | $10^9$  | $10^9$   | $10^9$      | $10^9$          |
| 2     | $10^4$  | $10^5$   | $10^5$      | $10^6$          |
| 3     | $10^2$  | $10^5$   | $10^5$      | $10^2$          |

Tabulka 10 - třídy spolehlivosti v GPRS

| Třída | Paket 128 bytů           |                     | Paket 1024 bytů          |                     |
|-------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
|       | Střední hodnota zpoždění | Zpoždění 95% paketů | Střední hodnota zpoždění | Zpoždění 95% paketů |
| 1     | <0.5s                    | <1.5s               | <2s                      | <7s                 |
| 2     | <5s                      | <25s                | <15s                     | <75s                |
| 3     | <50s                     | <250s               | <75s                     | <375s               |
| 4     | není garantováno         | není garantováno    | není garantováno         | není garantováno    |

Tabulka 11 - třídy garantovaného zpoždění v GPRS

Na základě těchto tříd si mobilní stanice mohou domluvit s mobilní sítí konkrétní nastavení parametrů přenosu pro konkrétní relace. Tato „domluva“ probíhá následujícím způsobem.

Mobilní stanice, která chce používat služby GPRS, se musí nejprve zaregistrovat do sítě u jejího SGSN uzlu, konkrétně provést takzvaný „GPRS attach“. V rámci něj síť zjistí, zda uživatel mobilní stanice má právo na to co požaduje, zkopíruje jeho profil z HLR do SGSN a přiřadí mobilní stanici dočasný paketový identifikátor (P-TMSI). Pokud stanice chce komunikovat s jiným uzlem v některé z externích datových sítí (mimo danou mobilní síť), musí navíc získat i adresu příslušející této síti tak, aby se druhému účastníkovi jevila jako účastník jeho sítě, s určitou konkrétní adresou. Pokud se jedná například o připojení k internetu, musí stanice získat vhodnou IP adresu (jako síťovou adresu používanou v internetu). Tato adresa přitom může být přidělována buď staticky (pokaždé stejná), nebo dynamicky (například i pokaždé jiná, podle momentální dostupnosti).

Celkově musí mobilní stanice získat tzv. PDP kontext (packet data protocol context), jehož součástí je kromě samotné adresy také adresa GGSN uzlu který slouží jako brána do vnější sítě, a také specifikace dohodnuté kvality služeb (QoS). Tento PDP kontext, který uzel získává při operaci „GPRS attach“, musí být ještě takzvaně aktivován, a právě touto aktivací se dotýká mobilní stanice stává „viditelnou“ z vnější datové sítě a je schopná komunikace s vnější datovou sítí (například s internetem). Stává se tak plnohodnotným uzlem příslušné vnější sítě (například internetu) a její postavení se nijak principiálně neliší od postavení ostatních uzlů této sítě. Mobilní stanice je stále mobilní, takže se může libovolně pohybovat v dosahu mobilní sítě. Její mobilitu pokrývají uzly SGSN tak, aby se na její schopnosti komunikovat s vnější sítí vůbec neprojevovala).

### 5.5.3 Přenosová rychlost GPRS

První věc, kterou je důležité zmínit v souvislosti s rychlostí datových přenosů pomocí GPRS, je, že změny provedené do GSM sítě se nedotýkají komunikace mezi mobilní stanicí a BTS.

GPRS nemění ani frekvenční rozsahy které GSM síť používá, ani jejich dělení pomocí časového multiplexu na 8 slotů, ani vnitřní formát jednotlivých slotů. Nemění ani způsob modulace (GMSK - gaussian minimum shift keying) použité v sítích GSM. Co mění je režie připadající na zajištění přenosu a také skutečnost, že GPRS se snaží používat co nejvíce slotů současně, až do maxima 8.

Proto stejně jako u všech předešlých technologií přenosu dat připadá na každý slot hrubá přenosová rychlost 33,8 kbps. Po odečtení režie připadající na fungování mobilní sítě samotné, zůstává přenosová rychlost 22,8 kbps. Z této rychlosti se pak u standardního CSD odečítá ještě dalších 13,2 kbps (8,4 kbps) připadajících na zajištění samotného přenosu, zejména jeho spolehlivosti.

V případě GPRS je možné vyjít opět jen z oněch 22,8 kbps a snažit se minimalizovat počet dalších režijních bitů připadajících na zajištění přenosů. Velmi záleží na konkrétních podmínkách šíření signálu. Při optimálních podmínkách je možné výrazněji oslabit režii na zajištění přenosu, a při horších podmínkách šíření je naopak nutné ji opět zvětšit. GPRS proto zavádí čtyři různé třídy označované jako „coding scheme“. Tabulka číslo 12 ukazuje, jaké „užitečné“ rychlosti se dosahuje v jednotlivých třídách CS 1 až CS 4 v jednom slotu. Doplněk do 22,8 pak připadá na režii.

Pokud by GPRS mohlo využít maximální počet 8 slotů současně, pak by to při optimálních podmínkách šíření signálu, kdy lze použít třídu CS-4, odpovídalo rychlosti 8 x 21,4 kbps, což je 171,2 kbps. To je maximální přenosová rychlost, kterou GPRS umožňuje.

| Třída | "užitečná" přenosová rychlost |
|-------|-------------------------------|
| CS-1  | 9,05 kbps                     |
| CS-2  | 13,4 kbps                     |
| CS-3  | 15,6 kbps                     |
| CS-4  | 21,4 kbps                     |

Tabulka 12 – třídy přenosu GPRS

Je ale třeba zdůraznit, že je to spíše jen teoretické maximum, protože k dosažení této přenosové rychlosti je zapotřebí mít optimální podmínky pro šíření signálu a možnost alokovat všech 8 slotů současně. V praxi toto nastává jen velmi vzácně.

Zásoba slotů, ze které GPRS může čerpat, je totiž výrazně omezena nejen počtem kanálů, které konkrétní operátor dostal v rámci své licence, ale zejména hustotou sítě, charakterem konkrétní buňky a počtem frekvenčních kanálů, které má daná buňka k dispozici. O kanály a v nich vytvářené sloty se v rámci každé buňky dělí jak hlasové přenosy tak i přenosy datové, a priority jsou následující:

- nejvyšší prioritu mají hlasové přenosy
- nižší prioritu mají klasické datové přenosy fungující na principu přepojování okruhů, tedy CSD a HSCSD
- nejnižší prioritu mají paketové datové přenosy (pomocí GPRS), které tudíž získávají jen takovou kapacitu, která zbývá po uspokojení požadavků hlasových přenosů, CSD a HSCSD

#### **5.5.4 Shrnutí**

Datové přenosy pomocí technologie GPRS vyžadují poměrně velký zásah do existující mobilní sítě. GPRS je založen na přepojování paketů. Data musí být před přenosem nejprve vhodně „naporcována“ na jednotlivé pakety. Tyto pakety jsou pak přenášeny vždy celé a musí být opatřeny vhodnou identifikací svého příjemce.

Přenosové kapacity, které jsou k dispozici, nejsou nikomu trvale vyhrazeny, ani nejsou nijak děleny (tak aby se někomu vyhradila příslušně velká část). Místo toho jsou všechny dostupné přenosové kapacity ponechány „na jedné hromadě“ a jsou postupně, maximálním možným tempem, využívány k přenosu paketů zadaných k odeslání. Toto je velká výhoda oproti přenosům CSD a HSCSD, které blokují jimi zabrané sloty po celou dobu spojení.

Teoretická maximální rychlost přenosu dosahuje 171,2 kbps. Této hodnoty je ale ve skutečnosti těžké dosáhnout z důvodu omezeného počtu volných slotů a nízké priority GPRS před ostatními druhy přenosů.

# 6 UMTS (universal mobile telephone standard) – mobilní sítě třetí generace

V současné době vládou světa mobilní komunikace GSM sítě druhé generace. Vývoj mobilní komunikace však nezadržitelně pokračuje. Již nyní je navržena specifikace sítí třetí generace (3G). V Japonsku, ale i v jiných státech světa jsou již v provozu první zkušební prototypy těchto sítí. Tato předposlední kapitola již nezabíhá do přílišných technických podrobností, ale zabývá se pouze základními principy fungování těchto sítí a nastínění jejich možností.

Na vývoji bezdrátových telekomunikací a zejména mobilních systémů třetí generace se podílí mnoho organizací. Mezi nejdůležitější organizace, které přispěly ke vzniku UMTS patří skupina 3GPP (Third Generation Partnership Project).

## 6.1 UMTS jako ostrůvky v moři GSM

Původní myšlenkou UMTS bylo nabídnout tuto službu tam, kde se koncentrují potenciální UMTS uživatelé, tedy ve velkých městech a v hustě obydlených oblastech. Například ve Švédsku, které je celoplošně pokryto sítí GSM/GPRS, se staví jen malé ostrůvky UMTS pokrývající jen největší švédská města. S malými modifikacemi by takový model měl, alespoň zpočátku po zavedení UMTS, fungovat v celé Evropě, tedy i v České Republice. Zatím se tedy nepočítá s výstavbou žádné čistě samotné UMTS sítě (snad kromě již zmiňovaného Japonska)

## 6.2 Koncepce a přenosová rychlost UMTS

Mobilní sítě třetí generace vycházejí z jiného výchozího předpokladu než sítě první a druhé generace. V sítích 3G již není primární hlas a ostatní je jakýsi

doplňek, který se musí přizpůsobit. Naopak již od začátku jsou primárně určeny pro datové přenosy a to s ohledem na stále rostoucí přenosové kapacity. Hlavní požadavky na sítě třetí generace jsou:

- vysokorychlostní komunikační služby a asymetrické datové přenosy
- podpora pro nespojité (IP přenosy) a spojité (videokonference) datové přenosy
- nové modely účtování (objem dat versus čas)
- vyšší kapacita sítě, nové technologie pro další rozšiřování sítě (každý uživatel bude potřebovat daleko více kapacity v porovnání s dnešní potřebou)
- podpora pro simultánní datové a hlasové přenosy (uživatel bude moci například používat internet a telefonovat zároveň bez potřeby druhého přístroje)

Sítě 3G již nejsou tak výrazně orientovány na spojovaný způsob fungování na principu přepojování okruhů, ale od začátku počítají i s nespojovaným způsobem fungování na principu paketových přenosů.

Mají-li mobilní sítě třetí generace dosahovat výrazně vyšších přenosových rychlostí, musí již využívat výrazně širší frekvenční pásma než sítě druhé generace. Jestliže dnešní sítě GSM pracují s frekvenčními kanály o šířce 200 kHz, pak třetí generace počítá s frekvenčními kanály o šířce 5 MHz, které jsou přidělovány v pásmu 2 GHz.

### **6.2.1 CDMA – kódový multiplex**

Podstatnou změnou v sítích třetí generace je použití odlišného dělení frekvenčních kanálů.

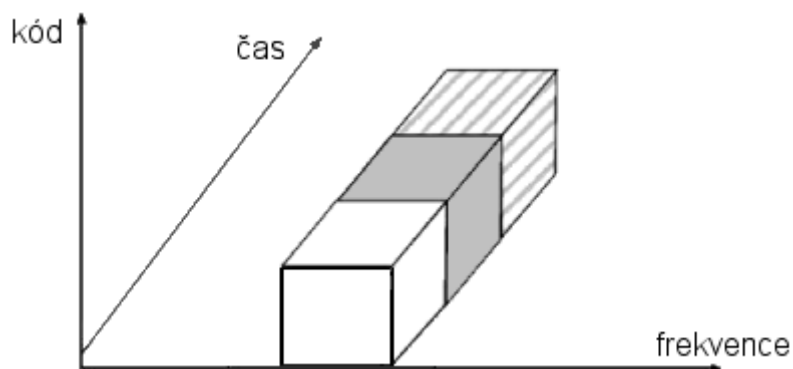
Dosavadní technika časového multiplexu (TDMA - time division multiple access) je nahrazena technikou takzvaného kódového multiplexu (CDMA - code



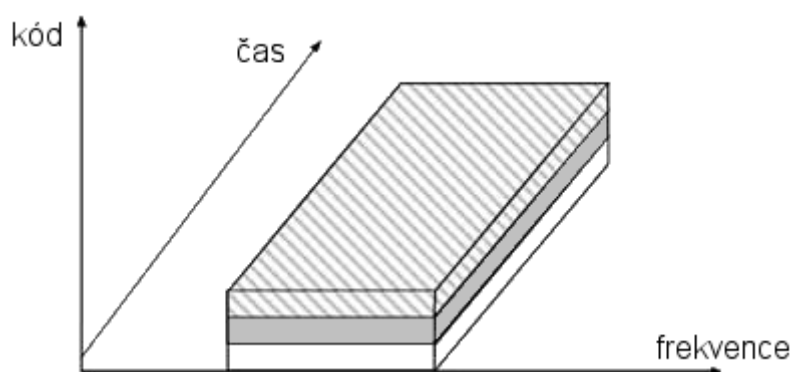
division multiple access) nebo dokonce jeho vylepšením - širokopásmovým kódovým multiplexem (WCDMA - wideband CDMA).

Rozdíl je následující. Při časovém multiplexu je frekvenční pásmo děleno v čase, to znamená, že individuální příjemci „poslouchají“ vždy v určité časové okamžiky a v jiných okamžicích poslouchají jiní příjemci (viz obrázek číslo 18). Při kódovém multiplexu, které používají sítě třetí generace, přijímají všichni uživatelé současně (neexistuje žádné časové dělení). Z přijatého signálu si „vyříznou“ (dekódují) pouze to, co je určeno jim (viz obrázek číslo 19). K rozeznání různých uživatelů, kteří používají jedno frekvenční pásmo simultánně, se používá uživateli přidělený binární kód.

Tato metoda využívá frekvenční pásmo mnohem efektivněji než časový multiplex.



Obrázek 18 – časový multiplex (TDMA)



Obrázek 19 – kódový multiplex (CDMA)

## 6.2.2 Přenosová rychlost UMTS

Přenosové rychlosti, které by měly mobilní síť třetí generace dosahovat při datových přenosech, jsou silně závislé na stupni mobility mobilní stanice.

Pro rychle se pohybující mobilní stanice (například v jedoucím autě) se počítá s rychlostí do 144 kbps. Pro pomalu se pohybující mobilní stanici, například používanou při chůzi, se počítá s rychlostí až 384 kbps. Pro stacionární mobilní stanici, umístěnou v podmínkách dostatečného příjmu, se pak počítá s rychlostí až 2 Mops. Ale na tyto rychlosti si ještě budeme muset chvíli počkat.

## 6.2.3 Shrnutí

Sítě třetí generace již nerozšiřují stávající mobilní síť GSM, ale jde o nové, samostatné řešení. Alespoň zpočátku se nepočítá s budováním čistě samostatných UMTS sítí, ale spíše s částečným pokrytím v oblastech s velkou hustotou obyvatel.

V sítích 3G jsou prioritou datové přenosy. Z toho také vyplývají hlavní požadavky na ně, jako například videokonference nebo simultánní datové a hlasové přenosy.

Frekvenční kanály o šířce 5 MHz jsou přidělovány v pásmu 2 GHz. Místo časového multiplexu známého ze sítí druhé generace je použit kódový multiplex (CDMA), který umožňuje efektivněji využít frekvenční pásmo.

Rychlosti datových přenosů dosahují 144 kbps (u rychle se pohybujících mobilních stanic) až 2 Mbps (u nepohyblivých mobilních stanic s dostatečně silným signálem).

## 7 Závěr

Vývoj technologií mobilní komunikace, konkrétně oblast mobilních sítí NMT a GSM, můžeme z hlediska rychlosti směle přirovnat k vývoji výpočetní techniky.

Mnozí si jistě pamatují na dobu před několika lety, kdy vlastnit „mobilní“ telefon byla výsada několika málo jednotlivců. Slovo mobilní v předchozí větě není v uvozovkách náhodou. Vždyť šlo o přístroje velikosti kufříku a váze několik kilogramů. Signálem byla pokryta pouze hlavní města a jedinou službou bylo uskutečnění nebo přijetí hovoru.

A dnes? Podle výsledků tří tuzemských mobilních operátorů z ledna 2002 vlastní v České Republice mobilní telefon 6,95 milionu lidí, tedy téměř každý sedmý. Slovo mobilní je zde již na místě. Přístroje se dnes bez problémů vejdou do kapsy u košile, kde je ani nepocítíme, protože váží několik set gramů. Signálem je pokryta většina populace a můžeme vybírat z desítek služeb včetně datových přenosů.

V dnešní době GSM sítí zatím hovory převažují nad datovými přenosy. Rychlejšímu nástupu sítí třetí generace v současnosti brání nutnost obrovských investic na vybudování těchto sítí a na nákup licencí potřebných k jejich provozování.

V budoucnosti, s postupným rozvojem UMTS, se však poměr hlasových a datových přenosů obrátí jednoznačně ve prospěch datových.

Myslím, že není daleko doba, kdy mobilní telefon s videokamerou a připojením k internetu, využívající vysokorychlostních datových přenosů bude zcela běžná věc.

# Použité zdroje

## *Literatura*

- Rostislav Kocman: 444 tipů a triků k mobilu, Computer Press, Praha 2000
- Petr Broža: Dalších 333 tipů a triků k mobilu, Computer Press, Praha 2001

## *Internet*

- <http://www.gsmworld.com>
- <http://www.etsi.org>
- <http://www.3dgpp.org>
- [http://www.mobil.cz/mobilni\\_komunikace](http://www.mobil.cz/mobilni_komunikace)
- <http://www.mobilmania.cz>
- <http://mobility.cpress.cz>
- <http://www.spszl.cz/~hula/rubrika.php3?rub=mobily>
- <http://home.zcu.cz/projekty/lps/seminare/GSM/index.htm>
- <http://www.notebooky.cz/old/clanky/1998/180698.asp>
- <http://www.volny.cz/sweet-cz>
- <http://web-windows.hyperlink.cz/nokia/gsm/gsm/index.htm>
- <http://www.volny.cz/drd/gsm>

# **PŘÍLOHA**

## **Malý telekomunikační slovník**

**1G** - Označení pro první generaci telekomunikačních systémů. Obecně jde o analogové radiotelefonní mobilní systémy, typickými vlastnostmi jsou mnohonásobný přístup do sítě na principu FDMA a modulace FM. Příkladem těchto systémů jsou systémy NMT, AMPS nebo TACS.

**2G** - Označení pro druhou generaci telekomunikačních systémů. Do této kategorie patří i digitální buňkové mobilní radiotelefonní systémy. Typickým příkladem tohoto systému je GSM. V porovnání se systémy 1G jde o pokročilejší způsob komunikace vyznačující se hlavně vyšší kapacitou systému, vysokou odolností proti odposlechu a rušení, možností mezinárodního roamingu, menšími a úspornějšími terminály, větší nabídkou funkcí, větší kompatibilitou s pozemními i družicovými systémy, atd.

**2,5G** - Zde lze těžko použít přesnou definici, jde vylepšené mobilní pozemní systémy 2G. Tyto systémy jsou charakteristické vyššími přenosovými rychlostmi než 9,6 Kbit/s (14,4 Kbit/s) a případně GPRS přímým standardizovaným připojením do Internetu, též lze do této skupiny zařadit i GSM s HSCSD.

**3G** - Označení pro třetí generaci telekomunikačních systémů. Jde o systémy, které budou pracovat v 2 GHz pásmu a které sjednotí různé bezdrátové přístupové technologie současnosti do jedné pružné a výkonné infrastruktury, která bude schopná nabídnout široký rozsah multimediálních služeb s garantovanou kvalitou. V praxi to znamená, že se s jedním mobilním telefonem dovoláte v jakékoli pokryté oblasti na světě bez ohledu na druh sítě, budete mít přístup k pokročilým službám jako je například videokonference, datové přenosy přes 300 Kbit/s mobilně a až 2Mbit/s s pevnými terminály.

**8 PSK** - 8Phase Shift Keying 8-stavová fázová modulace která se používá v technologii EDGE.

**ADC** - Administrative Center - Administrativní centrum. Zde se provádí zpráva účastnických poplatků, vyúčtování apod. Část subsystému OSS .

**ADSL** - Asymmetric Digital Subscriber Line - Asymetrická digitální účastnická přípojka Technologie umožňující dosahovat na kroucené telefonní dvoulince. přenosových rychlostí až 9 Mbit/s směrem k účastníkovi a 640 Kbit/s od účastníka do vzdálenosti 4,2 km bez použití opakovače. Protože ADSL pracuje ve vyšším frekvenčním pásmu, lze na stejném páru vedení souběžně používat klasický telefon nebo ISDN. Používá se zde hlavně modulace DMT, algoritmy modelující metalické vedení včetně odrazů a odlišné impedance vedení při různých frekvencích, náhlé zarušení vedení, atd. Kvalita signálu je srovnatelná s přenosy o optickém vláknu K použití nutný ADSL modem, ADSL připojení musí nabízet i poskytovatel služeb.

**AMPS** - Advanced Mobile Phone System. Analogový buňkový systém s FM modulací používaný hlavně v Severní Americe.. Pracuje v pásmu 800 MHz, šířka kanálů 30 KHz. První spuštění v roce 1983.

**ANSI** - American National Standards Institute Americký národní standardizační institut.

**AuC** - Autentication Center - Autenizační centrum. AuC registr je používán k bezpečnostním účelům sítě - při přihlašování do sítě se zde provádí ověřování účastníka, ochrana proti neoprávněnému použití sítě, jsou zde obsaženy šifrovací klíče (ochrana proti odposlechu). Část subsystému NSS.

**Bandwidth** - Šířka pásma. Rozsah frekvencí elektromagnetického signálu nebo rozdíl nejvyšší a nejnižší frekvence, jednotkou je Hertz [Hz] udává se většinou v souvislosti s kmitočtovými nároky jednotlivých služeb.

**Baud [Bd]** - jednotka modulační rychlosti udávající kmitočet signálu na výstupu modulátoru, určuje tedy šířku pásma.

**Baud rate** - Modulační rychlost Hodnota udává kolik signálních prvků přenesu za 1s, čili jakou potřebují šířku pásma, nebo-li "kmitočet signálu po modulaci". Příklad, použijete-li k přenosu signálu linkový kód 2B1Q, který vždy dvojici bitů (4 kombinace 00, 01, 10, 11;) přiřadí jednu ze čtyř napěťových úrovní  $\pm 1V$  a  $\pm 3V$ , je na výstupu kodeku 2B1Q rychlost změny signálu poloviční, tedy modulační rychlost je také poloviční (jeden signální prvek nese dva bity), přenosová rychlost je v tomto případě dvojnásobná oproti modulační. Nezaměňovat tedy pojmy modulační a přenosová rychlost, vztah mezi nimi je  $v_p / v_m = \text{počet bitů na signální prvek}$ .

**BER** - Bit Error Rate Bitová chybovost, spočteme ji jako podíl špatně přijatých bitů a celkového počtu bitů během doby přístupnosti signálu od začátku měření.

**Bluetooth** - Radiová technologie o nízkém vysílacím výkonu (1mW) vyvinutá za cílem nahrazení pevného propojení elektronických zařízení (PC, tiskárny, mobilní telefony, PDA atd.). Bluetooth pracuje v pásmu ISM (Industrial, Scientific, Medical) 2,4 GHz. Datová rychlost 720 Kbit/s do vzdálenosti 10 metrů, je použita technika "frekvenčního skákání", s klesající vzdáleností mezi přijímačem a vysílačem je snižován vysílací výkon, regulace napájení v závislosti na zatížení provozu. Netřeba přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem.

**Browser** - Prohlížeč, program sloužící pouze prohlížení a ukládání datých souborů, obecně datých formátů dat. Soubory v něm nelze vytvářet ani editovat. Příkladem může být WAP browser od společnosti Phone.com obsažený v mobilních telefonech Motorola, z HTML prostředí jsou nejznámější prohlížeče Netscape Communicator, Microsoft Explorer, Opera atd.

**BSC** - Base Station Controller, základnová řídicí jednotka, řídí někdy až několik desítek BTSek, provádí a řídí předávání hovoru (handover), frekvenční skoky, dynamické přidělování kanálů, vyhodnocuje měření BER prováděné mobilní stanicí, část subsystému BSS.

**BSS** - Base Station Subsystem, subsystém základnových stanic. Fixní část systému GSM spojuje mobilní stanice a NSS. Prostřednictvím radiového rozhraní s BSS přímo komunikují koncová zařízení (mobilní telefony, GSM datové karty atd.), nelze tedy navázat přímé spojení mezi koncovými zařízeními. BSS lze se skládat ze dvou hlavních částí BTS a BSC.

**BTS** - Base Transceiver Station, základnová stanice - vysílač/přijímač pokrývající svým signálem určitou oblast-buňku. Udržuje a monitoruje spojení s mobilní stanicí, provádí kódování a dekódování účastnických kanálů, posílá do BSC výsledky měření BER prováděné mobilní stanicí, její vysílací výkon určuje velikost buňky. Každá BTS v závislosti na předpokládaném zatížení může obsahovat 1 až 16 (směrových) vysílačů/ přijímačů. Část subsystému BSS, v češtině nazýváno BTSka, nebo převaděč.

**CAMEL** - Customised Applications for Mobile Networks Enhanced Logic Označení pro zahrnutí funkcí tzv. Inteligentních sítí (IN - Intelligent Network) do systému GSM. CAMEL je používán při roamingu mezi sítěmi, vytváří uživateli jakési virtuální domovské prostředí v jiné než domovské síti, umožňuje domovské síti sledovat a řídit hovory uskutečněné jejím účastníkem, umožňuje aby vytočené číslo bylo upravováno během sestavování spojení. Možné aplikace zahrnují předplacené roamingové služby, speciální čísla (např. 123 pro hlasovou schránku stejné po celém světě), globální vytváření uzavřených uživatelských skupin. Standardizace ve třech fázích, první z nich je zaváděna.

**CDMA** - Code Division Multiple Access Mnohonásobný přístup do sítě kódovým dělením, kdy je možné celé frekvenční pásmo ve stejném čase sdílet více účastníky, oddělení jednotlivých účastníků je zajištěno druhou modulací (kódováním) pseudonáhodným dvojkovým signálem o vysokém kmitočtu. Průkopníkem v oblasti CDMA je americký Qualcomm.

**CDMA 2000** - budoucí standard W-CDMA vycházející z cdmaOne od Qualcommu, čipová rychlost 3.6864 Mcps (třikrát větší než u cdmaOne) nekompatibilní s rychlostmi systémů vybrané pro 3G v Evropě a Japonsku.

**CDMA One** - CDMA s duplexním odstupem 45 MHz, rozestupem kanálů 1,25 MHz, modulace OQPSK, čipová rychlost 1,2288 Mcps.

**CELL** - buňka Základní geografický prvek buňkových systémů, oblast pokrytá signálem z BTSky. Aby nedocházelo k ovlivňování jednotlivých signálů, jsou kanály v sousedních buňkách jiné. Tímto způsobem lze efektivním způsobem pokrytí libovolně velké území, dochází tedy ke znovuvyužití frekvenčního



spektra. Každá buňka obsahuje základnovou stanici s vysílačem/přijímačem prostřednictvím kterého každý uživatel nacházející se uvnitř buňky komunikuje s ostatními uživateli pevných nebo mobilních telekomunikačních systémů.

**Connectionsless** - spojení bez sestavení cesty, způsob spojení, kdy není mezi účastníky komunikace předem sestaveno spojení, žádná spojovací cesta. Spojení probíhá prostřednictvím přenosu datových paketů šířící se sítí k příjemci různými směry.

**dB** - decibel V přenosové technice jednotka útlumu A (nebo zisku S):  
 $A = 10 \log (U.I / U_{ref}.I_{ref}) = -S$ . Jde tedy o zlogaritmovaný poměr výkonů, logaritmus zaveden jen kvůli přehlednosti výsledků na číselné ose.

**DCA** - Dynamic Channel Allocation Dynamické přidělování radiových kanálů  
Metoda přidělování frekvenčních kanálů, kdy je možné za určitých podmínek (vzájemné rušení kanálů, minimální vzdálenost znovuvyužití kanálu) přetížené buňce přidělit kanály původně určené pro jinou buňku. Varianta "DCA s přizpůsobením se provoznímu zatížení" se používá u systému GSM.

**DECT** - Digital European Cordless Telephone. Digitální bezšňůrový telefonní standard principem podobající se buňkovým systémům - oblast pokrytí může být rozdělena na tzv. pikobuňky mezi kterými je možné předávat hovor, tzv. "handover".

**DMT** - Discrete Multitone. Diskrétní multifrekvenční modulace nacházejí použití hlavně u systémů ADSL. Princip spočívá v rozdělení frekvenčního pásma přenášeného signálu na několik subpásem v nichž je každá nosná vlna modulována modulací QAM. Tento způsob modulace umožňuje překlenout útlum až 50dB na kmitočtu 300 KHz, přenosová rychlost až 9 Mb/s.

**Downlink** - výraz pro přenos informace směrem k uživateli, sestupný směr.

**DTMF** - multifrekvenční volba . Druh "střídavé" tlačítkové volby, kdy je do vedení po stisknutí tlačítka telefonu vyslána superpozice několika (nejčastěji 2) frekvencí (tónů). Takto lze dálkově ovládat telefonní záznamníky, hlasovou poštu mobilních operátorů apod.

**Dual band** - Výraz poukazuje na schopnost infrastruktury sítě a mobilních terminálů pracovat napříč dvěma frekvenčními pásmy 900 MHz a 1800 MHz. První duální síť GSM i telefony byly k dispozici v roce 1997 od společnosti Motorola, nasazení do praxe proběhlo ve stejném roce.

**ECSD** - Enhanced Circuit Switched Data rozšíření HSCSD k vyšším rychlostem (hlavní změnou je použití modulace 8-PSK) zkratka obecně spadá pod pojem EDGE.

**EDACS** - Enhanced Digital Access Communication System Proprietární trunkový standard od Ericssonu určený pro USA.

**EDGE** -Enhanced Data for GSM Evolution . Technologie jež v současnosti ve fázi standardizace úřadem ETSI, představuje konečný vývoj datových komunikací uvnitř standardu GSM. V porovnání s konvenčním GSM je zde použit jiný druh modulace (8 PSK, odstup nosných vln 200 kHz zůstává). Celkové bitové rychlosti datových přenosů kolem 384 Kbit/s. EDGE je možností pro operátory GSM sítí bez licence na síti 3G, kteří chtějí nabídnout poměrně rychlé datové přenosy.

**EFR** -Enhanced Full Rate .Technika kvalitnějšího přenosu hlasu, kvalitnější vzorkovací (kódovací)i dekódovací algoritmus kodeku, který do 13 kb/s vměstná více kmitočetů,výsledkem je kvalitnější zvuk v oblasti s kvalitním pokrytím (nízkou chybovostí BER). Algoritmus pro EFR optimalizován jen pro přenos řeči. Nutná podpora sítě i telefonů.

**EGPRS** Enhanced General Packet Radio Service Rozšíření GPRS k vyšším rychlostem (hlavní změnou je použití modulace 8-PSK), zkratka obecně spadá pod pojem EDGE

**E-GSM** - Extended GSM Rozšířená verze GSM o 10 MHz, pásmo pro příjem 880-915 MHz, pásmo pro vysílání 925 - 960 MHz.

**EIR** - Equipment Identity Register - Registr identity mobilních stanic. Registr obsahující informace o mobilních stanicích a plnicí bezpečnostní účely. Mobilní stanice je zde identifikována tzv. IMEI na základě kterého je možné vytvářet seznamy kradených nebo jinak nevyhovujících mobilních stanic, kterým lze takto zabránit jejich použití. Část subsystému NSS.

**ERMES** - European Radio MESSaging System, pagingový standard definovaný úřadem ETSI.

**ETSI** - European Telecommunications Standards Institute Nejvyšší evropský standardizační úřad v oblasti pevných i mobilních telekomunikačních technologií.

**FCA** - Fixed Channel Allocation Pevné přidělování radiových kanálů Způsob přidělování radiových kanálů, kdy jsou jednotlivým buňkám přiděleny kanály definitivně už při návrhu kmitočtového plánu sítě, nelze tedy za provozu přidělovat přetíženým buňkám další kanály jako u způsobu DCA. FCA se používá například u systémů NMT.

**FDMA** - Frequency Division Multiple Access. Mnohonásobný přístup do sítě kdy jste od ostatních účastníků oddělení frekvenčně - celé frekvenční pásmo je rozděleno na určitý počet radiových kanálů, které jsou přiřazovány jednotlivým účastníkům, každý účastník má pro sebe po celou dobu spojení vyhrazeno nepřetržitě celé frekvenční pásmo radiového kanálu.

**FPLMITS** - Future Public Land Mobile Telecommunications System Předchozí název pro IMT-2000, k přejmenování došlo v roce 1995 hlavně kvůli těžko vyslovitelné zkratce a faktu, že není možné vytvořit jediný globální standard, obě zkratky se vztahují k systémům 3G.

**FR** - Full Rate Kódování řeči (zdroje signálu) plnou rychlostí 13 kb/s.

**Frequency hopping** - kmitočtové skákání Opakující se proces kdy při spojení vysílač odvíjí část informace na jednom kanálu a poté skokově změni (přeskočí) nosný kmitočet do jiného kanálu. Vysílač a přijímač jsou vybaveny shodnými generátory pseudonáhodných čísel, které jsou sesynchronizovány tak, že ve stejném okamžiku oba generují stejná čísla určující aktuální kmitočet. U systému GSM se používají tzv. pomalé frekvenční skoky (SFH - Slow Frequency Hopping) kdy dochází k přeskoku přibližně 217x za 1s. V GSM není implicitně zavedeno, používá se v buňkách kde vznikají potíže s mnohocestným šířením a rušením signálu.

**GGSN** - Gateway GPRS Support Node, část infrastruktury GPRS - uzel brány GPRS, rozhraní mezi GPRS sítí a externími IP sítěmi, obecně brána mezi sítí GSM a externími sítěmi.

**Globalstar** - Satelitní komunikační systém na nízké oběžné dráze (LEO) ve výšce 1414 km se 48 aktivními + 4 záložní satelity v 8 rovinách. Nabízené služby: hlas, SMS, fax třídy III, data 9,6 kb/s. Kmitočty pro vzestupný směr 1,610-1,6265 GHz, sestupný směr 2,4835-2,500 GHz, metoda mnohonásobného přístupu FDD / FDMA / CDMA.

**GMSC** - Gateway Mobile Switching Centre - Brána mobilní ústředny. Rozhraní mezi mobilní sítí a vnějšími sítěmi. Často tvoří jeden celek s mobilní ústřednou MSC. Část subsystému NSS.

**GPRS** - General Packet Radio Service. Paketové přenosy v sítích GSM a IS-136, (které jsou založeny na technice přepojování okruhů - nutný upgrade sítí). Využívání kapacity sítě jen v době posílání paketů, účinnější než sestavení trvalého spojení po celou dobu přenosu. Teoretické bitové rychlosti při využití všech 8 timeslotů až 115,2 Kbit/s v obou směrech. Vhodné pro přenosy typu e-mail, přístup k Internetu. Standardizováno ETSI jako součást GSM Phase 2+.

**GSM** - Global System for Mobile Communication. Nejrozšířenější digitální buňkový komunikační bezdrátový standard na principu FDMA/TDMA. Kapacita systému je 8 nebo 16 uživatelů na kanál, každý z účastníků má pro sebe vyhrazen timeslot o délce přibližně 0,577 ms (15/26ms), rozestup nosných vln 200 kHz, pásmo pro příjem 890 - 915 MHz, pásmo pro vysílání 935 - 960 MHz Trocha historie: v září 1987 13 operátorů a poskytovatelů z tzv. poradní skupiny GSM podepisují listinu GSM (Groupe Spéciale Mobile) Původní francouzský název je později změněn na Global System for Mobile Communication, který zůstal

do dnešna a označuje mobilní buňkový systém pracující v pásmech 450, 900, 1800 a 900 MHz.

**GSM 1800** - současné označení pro mobilní telekomunikační systémy DCS 1800. Obdoba GSM v pásmu 1800 MHz.

**GSM 1900** - současné označení pro mobilní telekomunikační systémy PCS 1900. Obdoba GSM v pásmu 1900 MHz. Použití hlavně v USA.

**GSM 900** - Původní návrh mobilního telekomunikačního buňkového systému v pásmu 900 MHz, označovaný též jen jako GSM.

**H.323**- Protokol pro přenos audia, videa a dat v reálném čase přes paketově přepínané sítě (sítě obsahující Internet Protokol - IP ). Může být použit pro vícebodovou multimediální komunikaci . H.323 je hlavním prvkem v zajišťování kompatibility mobilních multimediálních aplikací a služeb, které budou zaváděny s implementací bezdrátových technologií třetí generace. Standard H.323 byl specifikován ITU-T, studijní skupinou 16 (SG-16 ).

**Handover** - Předávání hovoru. Proces ke kterému dochází při přechodu uživatele mezi buňkami a kdy dochází k přeladování vysílacích a přijímacích kanálů mobilní stanice z frekvencí původní buňky na frekvence nové buňky, doba trvání jen několik desetin sekundy. (Pozn.: při dynamickém přidělování kanálů (GSM, DECT) mohou být původní a nové kanály totožné). Handover může probíhat i v rámci jedné buňky, potom jde o tzv. Intracell Handover, kdy se mobilní stanice přeladí na kanály s menší chybovostí BER. V buňkových systémech rozlišujeme tři typy "handoverů": V GSM používaný handover typu MAHO - Mobile Assisted HandOver (handover řízený za spoluúčasti mobilní stanice), v NMT používaný handover typu NCHO - Network Controlled HandOver (handover řízený sítí) a v systému DECT používaný handover typu MCHO - Mobile Controlled HandOver (handover řízený mobilní stanicí).

**HDSL** - High Speed Digital Subscriber Line Vysokorychlostní digitální účastnická přípojka Technologie umožňující dosahovat na kroucené telefonní dvoulince přenosových rychlostí až 2 Mbit/s v obou směrech přenosu na vzdálenost 8-10 km bez použití opakovače. Používá se zde linkový kód 2B1Q, matematické modelování stavu vedení, kvalita signálu je srovnatelná s přenosy po optickém vláknu. Určení původně pro použití na 2 a 3 párových vedení, podle poslední specifikace však už i na jednopárovém vedení. K použití nutný HDSL modem, HDSL přípojení musí nabízet i poskytovatel služeb.

**HLR** - Home Location Register - Domovský lokační registr. Databáze všech uživatelů, evidování uživatelů náležejících do oblasti dané MSC. Jsou zde zapsané údaje o aktuální poloze těchto účastníků, o jim dostupných službách atd. Část subsystému NSS systému GSM.

**HSCSD** - High Speed Circuit Switched Data systém GSM je založen na technologii přepojování okruhů (Circuit Switched) a HSCSD je ukončením vývoje tohoto způsobu přepojování v prostředí GSM. HSCSD umožní přenosové rychlosti až 57,6 Kbit/s (součet v obou směrech přenosu) zabráním více než jednoho timeslotu - v současnosti maximálně 3 timesloty k směrem vám a jeden od vás nebo "2+2") Vhodné pro použití tam kde je nutný souvislý tok dat (videokonference, multimedia) HSCSD je součástí standardu v GSM Phase2.

**HTML** - HyperText Markup Language Jazyk používaný k popisu obsahu WWW stránek, . Do textového souboru jsou vkládány jednoduché příkazy (značky, tagy), formující jeho výslednou podobu - označují odkazy na další zdroje, označují styl písma, nadpisů, programy v Java atd. Interpretace jazyka je závislá na prohlížeči.

**http** - hypertext transfer protocol Protokol používaný pro komunikaci mezi www prohlížečem a www serverem, pracuje nad protokolem IP.

**ICO** - Intermediate Circular Orbits. Satelitní komunikační systém na střední oběžné dráze (LEO) ve výšce 10 390 km s 10 aktivními + 2 záložními satelity ve dvou rovinách jehož plné spuštění je naplánováno na srpen 2001. Nabízené služby: hlas, data 2,4-9,6 kb/s. Kmitočty pro vzestupný směr 1980 - 2010 MHz (S-pásmo), sestupný směr 2170 - 2200 MHz (L-pásmo), metoda mnohonásobného přístupu FDD / FDMA / CDMA.

**iDEN** - Integrated Digital Enhanced Networks Bezdrátové digitální síť od společnosti Motorola používající jako metodu mnohonásobného přístupu CDMA technologii. V jednom zařízení velikosti mobilního telefonu jsou integrovány schopnosti a služby buňkových telefonů, obousměrných vysílaček, alfanumerického pageru a faxmodemu.

**MExE** - Mobile Station Application Execution Environment Bezdrátový protokol který je navržen pro začlenění do tzv. chytrých mobilních telefonů (smart mobile phones) a PDA asistentů. Jde o standardizovanou otevřenou architekturu pro mobilní stanice využívající Java Virtual Machine, obsahující mechanismus pro nahrávání obsahu a aplikací a také prostředí ke spuštění těchto aplikací.

**IMEI** - International Mobile Equipment Identity - Mezinárodní identifikace mobilní výbavy. 15 místné číslo ve tvaru: IMEI = aaaaaabbccccc, kde A = TAC (Type Approval Code - kód schváleného typu), B = FAC (Final Assembly Code - konečný montážní kód), C = SNR (Seriál Number - sériové číslo), D = SP (SPare - rezerva) Za jedinečnost čísla je odpovědný výrobce, lze takto blokovat kradené nebo neschválené telefony. IMEI lze zjistit na zadní straně telefonu v prostoru baterie, nebo posloupností kláves \*#06# přímo na displeji telefonu.

**IMSI** - International Mobile Subscriber Identity - Mezinárodní identifikace mobilního účastníka. Unikátní číslo identifikující mobilního účastníka obsažené v SIM kartě.

**IMT-2000** - International Mobile Telecommunications-2000 Vize globálního mobilního přístupu k telekomunikačním službám 21. století, jde o sadu technologických řešení umožňující nasazení 3. generace bezdrátových komunikací (datové přenosy až do 2 Mbit/s, globální roaming atd.), jde o pokročilý návrh mobilních komunikací ve kterém jsou telekomunikační služby poskytovány bez ohledu na umístění, druhu sítě nebo druhu terminálu. IMT-2000 je možné nazvat celosvětovým standardem pro sítě 3G, pracuje v pásmu 2 GHz a sjednocuje několik dílčích standardů. Jeho standardizace na nejvyšší úrovni probíhá na půdě úřadu ITU.

**IP** - Internet Protokol, nespojovaný, paketově přepojovaný protokol umožňující spojení jednotlivých lokálních sítí do celosvětové sítě Internet, lze tedy též hovořit o mezikontinentálním protokolu. Jednotkou přenosu je tzv. IP-datagram.

**IP-datagram** - Jednotka přenosu IP protokolu která vznikne rozdělením přenášené informace na části o maximální délce 65 535 B. Části jsou následně opatřeny zabezpečeným záhlavím nesoucím informaci o adrese příjemce, odesílatele, verzi IP protokolu atd. V této podobě jednotlivé IP datagramy putují sítí mnohdy po různých cestách k příjemci. IP-datagram je někdy nazýván IP-paketem.

**IS-136** - Standard pro analogové a digitální buňkové systémy na bázi TDMA, například severoamerické sítě D-AMPS, rozšíření standardu IS-54.

**IS-54** - Standard pro digitální buňkové systémy na bázi TDMA ve Spojených Státech.

**IS-95** - Standard pro digitální buňkové systémy na bázi CDMA ve Spojených Státech vyvinutý firmou Qualcomm, v této souvislosti se někdy používá i termín cdmaOne.

**ISDN** - Integrated Services Digital Network. Digitální síť integrovaných služeb, digitální komunikační síť pro integrovaný přenos hlasu, videa a dat, stavěná na základě stávající telefonní sítě. Základní přípojka 2B+D, primární přípojka 30B+D, B kanál 64 Kbit/s, D kanál 16 Kbit/s), standardizováno úřadem CCITT.

**ISM Band** - Industry, Scientific and Medical Band. Nelicencované frekvenční pásmo pro průmysl, vědu a lékařství. Rozsahy 902 - 928 MHz, 2,4 - 2,4835 GHz, 5,725 - 5,850 GHz, vysílací výkon do 1W, povolené jsou frekvenční skoky nosné vlny a přímé rozprostření spektra. Pásmo 2,4 GHz používá například technologie Bluetooth.

**iTAP** - Technologie od firmy Motorola umožňující snadnější psaní textu na klávesnicích mobilních zařízení - po napsání několika počátečních písmen se nabízí možná slova.

**ITU** - International Telecommunications Union Mezinárodní telekomunikační unie - nejvyšší standardizační telekomunikační úřad.

**MExE** - Mobile Station Application Execution Environment Bezdrátový protokol který je navržen pro začlenění do tzv. chytrých mobilních telefonů (smart mobile phones) a PDA asistentů. Jde o standardizovanou otevřenou architekturu pro mobilní stanice využívající Java Virtual Machine, obsahující mechanismus pro nahrávání obsahu a aplikací a také prostředí ke spuštění těchto aplikací.

**IMEI** - International Mobile Equipment Identity - Mezinárodní identifikace mobilní výbavy. 15 místné číslo ve tvaru:IMEI = aaaaaabbcccccdd, kde A = TAC (Type Approval Code - kód schváleného typu), B =FAC (Final Assembly Code - konečný montážní kód), C = SNR (Seriál NumbeR - sériové číslo), D = SP (SPare - rezerva) Za jedinečnost čísla je odpovědný výrobce, lze takto blokovat kradené nebo neschválené telefony. IMEI lze zjistit na zadní straně telefonu v prostoru baterie, nebo posloupností kláves \*#06# přímo na displeji telefonu.

**IMSI** - International Mobile Subscriber Identity - Mezinárodní identifikace mobilního účastníka. Unikátní číslo identifikující mobilního účastníka obsažené v SIM kartě.

**IMT-2000** - International Mobile Telecommunications-2000 Vize globálního mobilního přístupu k telekomunikačním službám 21. století, jde o sadu technologických řešení umožňující nasazení 3. generace bezdrátových komunikací (datové přenosy až do 2 Mbit/s, globální roaming atd.), jde o pokročilý návrh mobilních komunikací ve kterém jsou telekomunikační služby poskytovány bez ohledu na umístění, druhu sítě nebo druhu terminálu. IMT-2000 je možné nazvat celosvětovým standardem pro sítě 3G, pracuje v pásmu 2 GHz a sjednocuje několik dílčích standardů. Jeho standardizace na nejvyšší úrovni probíhá na půdě úřadu ITU.

**IP** - Internet Protokol, nespojovaný, paketově přepojovaný protokol umožňující spojení jednotlivých lokálních sítí do celosvětové sítě Internet,lze tedy též hovořit o mezisít'ovém protkolu. Jednotkou přenosu je tzv. IP-datagram.

**IP-datagram** - Jednotka přenosu IP protokolu která vznikne rozdělením přenášené informace na části o maximální délce 65 535 B. Části jsou následně opatřeny zabezpečeným záhlavím nesoucím informaci o adrese příjemce, odesílatele, verzi IP protokolu atd. V této podobě jednotlivé IP datagramy putují sítí mnohdy po různých cestách k příjemci.IP-datagram je někdy nazýván IP-paketem. podrobně násl. obrázek

**IS-136** - Standard pro analogové a digitální buňkové systémy na bázi TDMA, například severoamerické sítě D-AMPS , rozšíření standardu IS-54.

**IS-54** - Standard pro digitální buňkové systémy na bázi TDMA ve Spojených Státech.

**IS-95** - Standard pro digitální buňkové systémy na bázi CDMA ve Spojených Státech vyvinutý firmou Qualcomm, v této souvislosti se někdy používá i termín cdmaOne.

**ISDN** - Integrated Services Digital Network. Digitální síť integrovaných služeb, digitální komunikační síť pro integrovaný přenos hlasu, videa a dat, stavěná na základě stávající telefonní sítě. Základní přípojka 2B+D, primární přípojka 30B+D, B kanál 64 Kbit/s, D kanál 16 Kbit/s), standardizováno úřadem CCITT.

**ISM Band** - Industry, Scientific and Medical Band. Nelicencované frekvenční pásmo pro průmysl, vědu a lékařství. Rozsahy 902 - 928 MHz, 2.4 - 2.4835 GHz, 5.725 - 5.850 GHz, vysílací výkon do 1W, povolené jsou frekvenční skoky nosné vlny a přímé rozptřeni spektra. Pásmo 2,4 GHz používá například technologie Bluetooth.

**iTAP** - Technologie od firmy Motorola umožňující snadnější psaní textu na klávesnicích mobilních zařízení - po napsání několika počátečních písmen se nabízí možná slova.

**ITU** - International Telecommunications Union Mezinárodní telekomunikační unie - nejvyšší standardizační telekomunikační úřad.

**Ka Band** (K above Band) - frekvenční pásmo nad tzv. K-pásmem rozsah frekvencí 18 - 31 GHz, využití hlavně v satelitní technice.

**Ku Band** (K under band) - frekvenční pásmo pod tzv. K-pásmem, rozsah frekvencí 10.9 - 17 GHz využití hlavně v satelitní technice.

**L-Band** - L pásmo, označení pro frekvenční pásmo o rozsahu 0.5 - 1.5 GHz.

**Modulation** - Modulace, proces kdy je nosná vlna modulována modulačním signálem., tzn. že je do nosné vlny "zanesena" informace o přenášeném (modulačním) signálu (např. vaší řeči). Informaci lze do nosné vlny zanešt buď změnou její amplitudy, frekvence nebo fázovým posuvem.

**Macrocell** - velká buňka Oblast pokrytá signálem jedné BTSky o průměru 10-35 km.

**MAHO** - Mobile Assisted HandOver, handover řízený za spoluúčasti mobilní stanice. Způsob předávání spojení při kterém mobilní stanice nepřetržitě měří kvalitu signálu okolních BTSek a na základě těchto měření vnitřní infrastruktura sítě rozhodne kdy a kam danou stanicí přepojit (do které buňky). Handover typu MAHO se používá u digitálních buňkových systémů, například u GSM.

**MCHO** - Mobile Controlled HanOver, handover řízený mobilní stanicí. Způsob předávání spojení při kterém mobilní stanice na základě vlastních měření kvality



signálu z okolních základnových stanic sama rozhodne kdy a na které kanály se přeladí. Handover typu MCHO se používá v systémech s malými rozměry buňek a kde dochází k častému předávání spojení, například u bezšňůrových systémů DECT.

**Microcell** - malá buňka Oblast pokrytá signálem o průměru přibližně 100 - 300 m  
Mobile Station - Mobilní stanice. Označení pro celek skládající se z mobilního terminálu a SIM karty.

**MSC** - Mobile services Switching Center - Mobilní ústředna. Sestavuje jednotlivá spojení v rámci mobilní sítě i směrem do ostatních sítí, kontroluje přidělení kanálů, eviduje všechny uživatele, účtují se zde hovory. Ústřední část subsystému NSS systému GSM.

**Multiplexing** - Multiplexování, proces který umožňuje více uživatelům, obecně informačním tokům) sdílet jedno přenosové médium. Rozlišujeme multiplexování prostorové, frekvenční, časové, kódové.

**NCHO** - Network Controlled HandOver - Handover řízený sítí. Způsob předávání spojení kdy mobilní stanice vysílá pouze zkušební signál k okolním základnovým stanicím (samotná mobilní stanice nic neměří). Porovnáním všech těchto zkušebních signálů rozhodne vnitřní infrastruktura sítě kdy a kam danou stanicí přepojit (do které buňky). Handover typu NCHO se používá i analogových buňkových systémů, například u NMT.

**NMC** - Network Management Centre - Centrum managementu sítě. Podílí se na správě a monitorování mobilních stanic. Část subsystému OSS systému GSM.

**NMT** - Nordic Mobile Telephone. Analogový buňkový telefonní systém vyvinutý ve Skandinávii. U nás provozovaný Eurotelem pod obchodním názvem "Eurotel Tip".

**NSS** - Network and Switching Subsystem - Síťový a spínací subsystém. Fixní část systému GSM funkcemi podobný telefonní ústředně. Hlavní funkcí je řízení komunikace mezi mobilními účastníky a ostatními účastníky - mobilními účastníky, ISDN účastníky, PSTN účastníky atd. Mimo klasické spínací (přepojovací) funkce plní další úkoly vyplývající z mobility účastníků - obsahuje databáze účastníků a sleduje jejich pohyb. NSS se skládá z těchto hlavních částí MSC, HLR, VLR, AuC, GMSC, EIR, VMS.

**OMC** - Operation and Maintenance Centre - Provozní a servisní centrum. Zde se provádí řízení, údržba a monitorování ostatních částí subsystémů BSS a NSS. Část subsystému OSS systému GSM.

**Orbcomm** - Satelitní datový a messagingový systém na nízké oběžné dráze (LEO) ve výšce 825 km. Současný počet satelitů je 36 na pěti oběžných drahách.

Nabízené služby: E-mail, zasílání alfanumerických zpráv o max. délce 2000 znaků, sledování a monitorování vzdálených objektů, služby s přidanou hodnotou - ORBWeather, ORB2Y. Kmitočty pro vzesupný směr 137 - 138 MHz, sestupný směr 148 - 150 MHz.

**OSS** - Operation Support Subsystem - Operační podpůrný subsystém. Fixní část systému GSM, která řídí a udržuje celý systém. Skládá se ze tří hlavní částí OMC, NMC, ADC.

**Packet switching** - paketové spojování nebo přepojování, též přepínání paketů - způsob komunikace, kdy je přenášená informace rozdělena na části které jsou poté spolu se záhlavím nesoucím řídicí informace (např. informace o adrese příjemce a odesílatele, kontrolní součet) vkládány do tzv. "paketů" česky balíků. V této podobě jsou data vyslána směrem k příjemci, jednotlivé pakety mohou díky záhlaví putovat sítí různými směry. Pico-cell - velmi malá buňka. Oblast pokrytá signálem o průměru pod 100 m.

**PIN** - čtyřmístný kód chránící SIM kartu před zneužitím, je-li zadán 3x za sebou špatně je SIM karta zablokována, odblokovat ji lze tzv. PUK kódem.

**PIN2** - čtyřmístný kód umožňující přístup k některým funkcím telefonu, například nastavení provolané částky.

**Přenosová rychlost** - Udává počet bitů přenesených za 1s, vypočteme jí jako  $v_p = v_m \cdot \log_2 s$ , kde "s" je počet stavů a  $v_m$  je modulační rychlost. Příklad, u EDGE se bude používat modulace 8-PSK, tzn. že přenosová rychlost bude 3x větší než modulační. Nezaměňovat tedy pojmy přenosová a modulační rychlost.

**PSTN** - Public Switched Telecommunication Networks Označení pro veřejné komutované telekomunikační sítě, čili klasické pevné veřejné telefonní sítě používající techniku přepojování okruhů, jak je všichni známe z domovů nebo telefonních automatů.

**PUK** - osmimístný kód umožňující odblokovat zablokovanou SIM kartu, Též lze pomocí něho měnit PIN kód.

**PUK2** - osmimístný kód umožňující měnit nastavení PIN2. Též lze pomocí PUK2 odblokovat funkce ty telefonu, které jsou nepřístupné díky špatnému zadání PIN2.

**Roaming** - používání sítě jiného než domovského operátora

**Router** - směrovač, zařízení směřující datové pakety, na vstupu vybalí síťový paket z linkového rámce, na výstupu je síťový paket nasměrován směrem k příjemci - vložen do jiného linkového rámce.

**SGSN** - Serving GPRS Support Node, části infrastruktury GPRS - obslužný uzel GPRS, obsluhuje provoz datových paketů koncových uživatelů v dané oblasti, tedy rozhoduje jakou cestou daný paket poputuje sítí, provádí autentizaci, šifrování a kontrolu IMEI atd.

**SIM** - Subscriber Identity Module - SIM karta. Karta aktivující funkce mobilního telefonu a nesoucí vaše telefonní číslo (bez SIM karty lze volat jen na "tísňové číslo" 112). Obsahuje 2 adresáře. Do jednoho z nich se ukládají telefonní seznamy, SMS, poslední volaná tel. čísla atd., druhý obsahuje údaje o síti operátora. SIM karta slouží k identifikaci uživatele uvnitř sítě pomocí tzv. IMSI.

**SIM Toolkit** - Subscriber Identity Module Application Toolkit Technologie SIM Application Toolkit umožňuje aktualizaci SIM karty přes vzdušné rozhraní libovolně měnit menu telefonu (nutná podpora telefonu)- na straně serveru jsou do krátké textové správy vloženy specifické kódy a celá zpráva je vyslána do telefonu uživatele. Sim Toolkit je částí standardu GSM.

**Smart Phones** - Obecné označení pro tzv. "chytré" telefony charakteristické hlavně těmito vlastnostmi: poměrně velký displej, snadné ovládání klávesnice nebo dotykový displej, nadstandardní software např. pro elektronickou poštu, fax, WWW apod. Příkladem může být Nokia Communicator, nebo telefony od společnosti Motorola s čtečkou čipových karet.

**SMSC** - Short Message Service Centrum - Centrum krátkých textových zpráv. Systém zajišťující posílání krátkých textových zpráv. Část subsystému NSS systému GSM.

**Splitter** - oddělovač, v ADSL technice filtr oddělující od sebe vysokofrekvenční složku ADSL signálu a nízkofrekvenční složku telefonního signálu.

**Spread Spectrum** - rozprostřené spektrum, druh přenosu.

**Symbian** - V současnosti jde o společný podnik společností Ericsson, Nokia, Psion a Motorola. Hlavním produktem Symbianu je 32 bitový operační systém EPOC který je určený pro malá bezdrátová komunikační a informační zařízení (mobilní komunikátory, kapesní počítače). Původní název byl Psion Software, název operačního systému EPOC je odvozený z anglického EPOCH tj. období, epocha.

**T9** - Technologie od firmy Tegic Communication umožňující snadnější psaní textu na klávesnicích mobilních zařízení - po stisku několika písmen sama doplňuje zbývající text.

**TDMA** - Time Division Multiple Access Mnohonásobný přístup do sítě kdy jste od ostatních účastníků odděleni v čase- každý účastník má pro sebe po dobu

spojení vyhrazen v celém frekvenčním pásmu radiového kanálu jeden nebo více časových intervalů (timeslotů) do kterých je vkládána přenášená informace.

**TIA** - Telecommunications Industry Association - Americká standardizační organizace.

**TMSI** - Temporary Mobile Subscriber.

**UMTS** - Universal Mobile Telephone Standard. Další generace mobilní sítě s globálním dosahem, v provozu by měla být od roku 2004. Počítá se s možností plynulého přechodu stávajících GSM sítí a CDMA sítí k UMTS. Přenosová rychlost pro data zatím dosahuje 2 Mbps, používá se TDMA a W-CDMA technologie.

**Uplink** - výraz pro přenos informace směrem od uživatele.