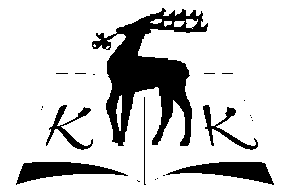
KOLEGIUM KARKONOSKIE W JELENIEJ GÓRZE

INSTYTUT TECHNIKI

******

### URZĄDZENIA I APARATURA ELEKTRONICZNA

Budowa i zasada działania telefonów komórkowych drugiej generacji.

SPIS TREŚCI

[Wiadomości wstępne](#_Toc117232824) 3.

1. [Historia rozwoju standardu GSM 5.](#_Toc117232827)

[1.1 GSM 900 Phase1 6.](#_Toc117232828)

[1.2 GSM Phase 2 7.](#_Toc117232828)

[1.3 GSM Phase 2+ 7.](#_Toc117232828)

2. [Podstawowe założenia standardu 8.](#_Toc117232827)

3. [Standardy GSM 9.](#_Toc117232827)

[3.1 Używane częstotliwości 9.](#_Toc117232828)

[3.2 Rozmiary komurek 10.](#_Toc117232828)

[3.3 Sieci GSM budowane na bazie dwóch standardów 11.](#_Toc117232828)

4. [Podstawowe usługi w systemie GSM 12.](#_Toc117232827)

[4.1 Transmisja mowy 12.](#_Toc117232828)

[4.2 Transmisja danych 12.](#_Toc117232828)

[4.3 Messaging 13.](#_Toc117232828)

5. [Architektura sieci GSM 14.](#_Toc117232827)

[5.1 Opis elementw sieci 14.](#_Toc117232828)

[5.2 Porównanie podstawowych cech generacji komórkowych 17.](#_Toc117232828)

6. [Rynek GSM na świecie 18.](#_Toc117232827)

7. [GSM w Polsce 20.](#_Toc117232827)

8. [Bibliografia 21.](#_Toc117232827)

Wiadomości wstępne

**GSM** ([ang.](http://pl.wikipedia.org/wiki/J%C4%99zyk_angielski) *Global System for Mobile Communications*) jest najpopularniejszym obecnie standardem [telefonii komórkowej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Telefonia_kom%C3%B3rkowa). Sieci oparte na tym systemie oferują usługi związane z transmisją głosu, danych (na przykład dostęp do [Internetu](http://pl.wikipedia.org/wiki/Internet)) i wiadomości w formie [tekstowej](http://pl.wikipedia.org/wiki/SMS) lub [multimedialnej](http://pl.wikipedia.org/wiki/MMS).

Telefonia komórkowa jest rodzajem systemu radiotelekomunikacyjnego z obiektami ruchomymi. Systemy telefonii komórkowej można scharakteryzować jako systemy zapewniające dwustronną łączność bezprzewodową ze stacjami ruchowymi poruszającymi się nawet z dużą szybkością na dużym obszarze pokrywanym przez system stacji bazowych, który może sięgać nawet poza zakres danego państwa (jak to jest w przypadku Europy i systemu GSM).

Początkowym zadaniem systemu telefonii komórkowej było zapewnienie łączności z pojazdami poruszającymi się po ulicach w mieście lub na drogach i autostradach poza miastem. Moc używana przez stacje telefonii komórkowej jest wielokrotnie wyższa niż stosowana w telefonii bezprzewodowej i sięga w przypadku stacji ruchomej pojedynczych watów. W systemie dostosowanym do takich mocy stacji ruchomych terminale ręczne mają ograniczone możliwości ze względu na ich niewielką moc (<0,5 W) a w związku z tym ograniczony zasięg.

Systemy telefonii komórkowych rozwinęły się niezwykle w ostatnich klikunastu latach.

Systemy pierwszej generacji są systemami analogowymi. Głos transmitowany jest za pomocą modulacji FM z wykorzystaniem wielodostępu metodą FDMA (Frequency Division Multiple Acces). Metoda ta polega na podziale dostępnego pasma na podpaska, z których korzystają poszczególnie użytkownicy. Sterowanie nawiązaniem połączenia, przejmowaniem połączenia przez nową stację bazową czy procedurami sterującymi takimi jak regulacja poziomu mocy nadawanej przez stację ruchomą odbywa się poprzez transmisję sygnałów cyfrowych. W latach osiemdziesiątych powstało wiele wzajemnie niekompatybilnych systemów analogowych takich jak np. amerykański AMPS, angielski TACS, skandynawski NMT, czy niemiecki C-NETZ. Rozwój techniki cyfrowej oraz częste przypadki osiągnięcia maksimum pojemności przez istniejące systemy analogowe, szczególnie w centrach dużych miast, skłoniły do zaprojektowania i wprowadzenia do ruchu systemów telefonii komórkowej drugiej generacji opartej najczęściej na metodzie dostępu TDMA (Time Division Multiple Acces). Według tej metody użytkownicy stosują dostępne pasmo z podziałem czasu pomiędzy siebie.

W projektowaniu nowych systemów cyfrowych drugiej generacji jako cel przyjęto maksymalizację pojemności systemu rozumianą jako liczbę użytkowników na jednostkę pasma oraz liczbę użytkowników w pojedynczej komórce. Z drugiej strony zapewnienie możliwości łączności z pojazdami poruszającymi się wzdłuż autostrad na obszarach słabo zaludnionych powoduje konieczność zastosowania stacji bazowych o dużym zasięgu i dużej mocy nadawczej. Uwzględniając oba przeciwstawne czynniki, system telefonii komórkowej charakteryzuje się następującymi cechami:

- stosunkowo dużą mocą nadajników

- dużą kompilacją telefonu komórkowego, w tym jego procedur przetwarzania sygnałów

- relatywnie niską jakością połączenia

- dużą kompilacją sieci związaną z funkcjami przejmowania przez kolejne stacje bazowe, wielkością usług itp.

1. Historia rozwoju standardu

**Stacja przekaźnikowa (BTS** [**ang**](http://pl.wikipedia.org/wiki/J%C4%99zyk_angielski)**. *Base Transceiver Station*, stacja bazowa)** - w systemach łączności bezprzewodowej (np. popularnym [GSM](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM)) urządzenie (często z wysokim masztem), wyposażone w [antenę](http://pl.wikipedia.org/wiki/Antena) [fal elektromagnetycznych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Promieniowanie_elektromagnetyczne), łączące terminal ruchomy ([telefon komórkowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Telefon_kom%C3%B3rkowy), [pager](http://pl.wikipedia.org/wiki/Pager)) z częścią stałą [cyfrowej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Uk%C5%82ad_cyfrowy) sieci telekomunikacyjnej. Na dalszych odcinkach (np. do [centrali](http://pl.wikipedia.org/wiki/Centrala_telefoniczna)) sygnał transmitowany jest w [światłowodach](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awiat%C5%82ow%C3%B3d) lub za pomocą [radiolinii](http://pl.wikipedia.org/wiki/Radiolinia).

Pojedyncza stacja bazowa może obejmować swoim zasięgiem jedną lub więcej [komórek sieci telekomunikacyjnej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kom%C3%B3rka_%28telekomunikacja%29). Terminal użytkownika korzysta z tej stacji bazowej, z której sygnał jest w danym punkcie (momencie) najsilniejszy, w razie potrzeby zmienia automatycznie dotychczasową stację, następuje tzw. [handover](http://pl.wikipedia.org/wiki/Handover).

Instalacje BTSów umieszczane są zarówno w pomieszczeniach (np w kontenerach telekomunikacyjnych) lub w specjalnych (niewielkich) szafach pozwalających na montaż BTSa bezpośrednio na dachu.

Typowe wyposażenie stacji bazowej obejmuje baterie (do zasilania awaryjnego), prostownik (do ładowania baterii oraz do zasilania stacji napięciem 48V), wydajną klimatyzację, wentylator awaryjny (na wypadek awarii klimatyzacji), centralkę alarmową (do przekazywania alarmów do [centrum utrzymania i eksploatacji sieci](http://pl.wikipedia.org/wiki/OMC)), urządzenia radiolinii i urządzenie radiowe obsługujące ruch generowany przez użytkowników (BTS), anteny umieszczone na maszcie podłączone są ze stacją za pomocą niskostratnych kabli współosiowych ułożonych na drabinkach kablowych.

[](http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika:BTS.jpg)

Rys. 1.1 Stacja bazowa GSM

* 1. **GSM Phase 1**

GSM powstał dzięki europejskiej inicjatywie stworzenia jednego, otwartego standardu telefonii komórkowej. Pierwotnie miał to być standard obowiązujący na terenie dwunastu członków [Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3lnota_Europejska) (EWG). W tym celu wewnątrz [Europejskiej Konferencji Administracji Poczty i Telekomunikacji](http://pl.wikipedia.org/wiki/CEPT) (CEPT) powołany został w [1982](http://pl.wikipedia.org/wiki/1982) r. instytut Groupe Spécial Mobile (GSM), który miał za zadanie opracowanie standardu telefonii mobilnej działającej w paśmie 900 [MHz](http://pl.wikipedia.org/wiki/MHz). We wszystkich krajach członkowskich zarezerwowano te częstotliwości, w celu umożliwienia roamingu międzynarodowego. Stworzono prototypy urządzeń radiowych, przeprowadzano badania nad optymalnym sposobem dostępu do sieci. Ostateczne wyniki badań stały się podstawą do prac nad specyfikacją.

W [1984](http://pl.wikipedia.org/wiki/1984) r. [Komisja Europejska](http://pl.wikipedia.org/wiki/Komisja_Europejska) zatwierdziła projekt wspólnego standardu, a w podpisanym w [1987](http://pl.wikipedia.org/wiki/1987) r. *Memorandum of Understanding* 15 operatorów zobowiązało się do zaimplementowania technologii GSM. Pierwsza specyfikacja została opublikowana rok później (GSM 900 Phase 1). Znaczenie akronimu GSM zmieniono na *Global System for Mobile Communications*.

**1.2 GSM Phase 2**

W [1989](http://pl.wikipedia.org/wiki/1989) r. prace nad rozwojem standardu przejął nowo utworzony [Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych](http://pl.wikipedia.org/wiki/European_Telecommunications_Standards_Institute) (ETSI). W [1990](http://pl.wikipedia.org/wiki/1990) r. rozpoczęto definiowanie standardu GSM działającego w paśmie 1800 MHz ([DCS](http://pl.wikipedia.org/wiki/DCS)). W [1992](http://pl.wikipedia.org/wiki/1992) r. w [Finlandii](http://pl.wikipedia.org/wiki/Finlandia) powstała pierwsza komercyjna sieć w architekturze GSM, używała ona częstotliwości 900 MHz. Rok później w [Wielkiej Brytanii](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielka_Brytania) powstała sieć DCS. Prace nad implementacją standardu rozpoczął też pierwszy operator spoza Europy - [Telstra](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Telstra&action=edit) (Australia).

Pierwsze działające sieci obsługiwały tylko transmisję głosu, w [1994](http://pl.wikipedia.org/wiki/1994) r. dodano do nich także możliwość przesyłania danych. Prace nad fazą drugą specyfikacji GSM zakończyły się w roku [1995](http://pl.wikipedia.org/wiki/1995).

**1.3 GSM Phase 2+**

ETSI kontynuowała pracę nad specyfikacją GSM pod nazwą Phase 2+. Uwzględniono technologie przesyłania danych [High Speed Circuit Switched Data](http://pl.wikipedia.org/wiki/HSCSD) oraz [CAMEL](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=CAMEL&action=edit) - funkcjonalność sieci umożliwiającą pełny roaming usług bazujących na platformie [sieci inteligentnych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Sieci_inteligentne). W [1997](http://pl.wikipedia.org/wiki/1997) częścią specyfikacji stała się technologia [GPRS](http://pl.wikipedia.org/wiki/GPRS). Jednocześnie standard GSM stawał się coraz popularniejszy także poza Europą. W USA [ANSI](http://pl.wikipedia.org/wiki/ANSI) dostosowało radiową część specyfikacji do lokalnych wymagań (pasmo 1800 MHz było już zajęte), tak powstał GSM 1900 ([PCS](http://pl.wikipedia.org/wiki/PCS)). Ta specyfikacja uwzględniała też nowy sposób kodowania mowy przez telefon, [Adaptive Multi Rate](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kodek_GSM), przejęty później przez normy ETSI.

Ze względu na umiędzynarodowienie się standardu powołano [3rd Generation Partnership Project](http://pl.wikipedia.org/wiki/3rd_Generation_Partnership_Project) (3GPP), w którego skład weszły instytuty standaryzacyjne z wielu krajów spoza Europy. Od tej pory, ETSI miało wpływ na specyfikacje tylko jako jeden z równoprawnych członków 3GPP. Standard GSM nadal jest rozwijany, wprowadzona została nowa technologia przesyłania danych - [EDGE](http://pl.wikipedia.org/wiki/EDGE), nowe rozwiązania związane z platformą Sieci Inteligentnych. Jednocześnie 3GPP rozwija specyfikacje telefonii [3G](http://pl.wikipedia.org/wiki/3G), w miarę postępu prac, w opisie funkcjonalności GSM uwzględniana jest też współpraca pomiędzy tymi dwiema rodzajami sieci (np. kwestia [roamingu](http://pl.wikipedia.org/wiki/Roaming) i [handoveru](http://pl.wikipedia.org/wiki/Handover)).

1. Podstawowe założenia standardu

Podczas tworzenia standardu GSM opierano się na doświadczeniach związanych z rozwijanym standardem [ISDN](http://pl.wikipedia.org/wiki/ISDN), czyli cyfrową siecią stacjonarną z integracją usług, istnieje więc wiele podobieństw pomiędzy tymi sieciami:

* W strukturze obu sieci znajdują się cyfrowe centrale telefoniczne, wykorzystujące tego samego rodzaju łącza do przenoszenia różnych typów informacji (głosu, faksu, danych) pomiędzy abonentami. Kontrola nad połączeniami wykonywana jest za pomocą protokołu sygnalizacyjnego [SS7](http://pl.wikipedia.org/wiki/SS7).
* Głos o częstotliwości z zakresu 300 - 3400 Hz jest kodowany cyfrowo i w takiej postaci jest przesyłany do sieci.
* Zdefiniowane są pewne usługi, które są zintegrowane z siecią. Należą do nich między innymi: przesyłanie faksu, krótkich wiadomości tekstowych, poczta głosowa, identyfikacja numeru dzwoniącego abonenta, itp.

Podstawowym założeniem podczas projektowania standardu GSM była pełna mobilność abonenta, aby ją uzyskać specyfikacja uwzględnia:

* dodatkowe elementy infrastruktury sieci odpowiedzialne za przechowywanie informacji o aktualnym położeniu abonenta, śledzenie jego zmian i utrzymywanie odpowiedniej jakości transmisji nawet podczas przemieszczania się użytkownika telefonu.
* roaming, czyli możliwość korzystania z obcych sieci GSM.
* połączenie telefonu z siecią dzięki systemowi [stacji bazowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/BTS). Jako dostęp do kanału radiowego wybrano cyfrową transmisję za pomocą technologii [FDMA](http://pl.wikipedia.org/wiki/FDMA) i [TDMA](http://pl.wikipedia.org/wiki/TDMA). Oznacza to, że transmisje odbywają się na wielu częstotliwościach, z których każda jest podzielona na 8 tzw. [szczelin czasowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Szczelina_czasowa). Jedna rozmowa może zajmować całą szczelinę lub jej połowę (kosztem pogorszenia się jakości dźwięku) – w konsekwencji na jednej częstotliwości może być obsługiwanych do 16 rozmów.

1. Standardy GSM

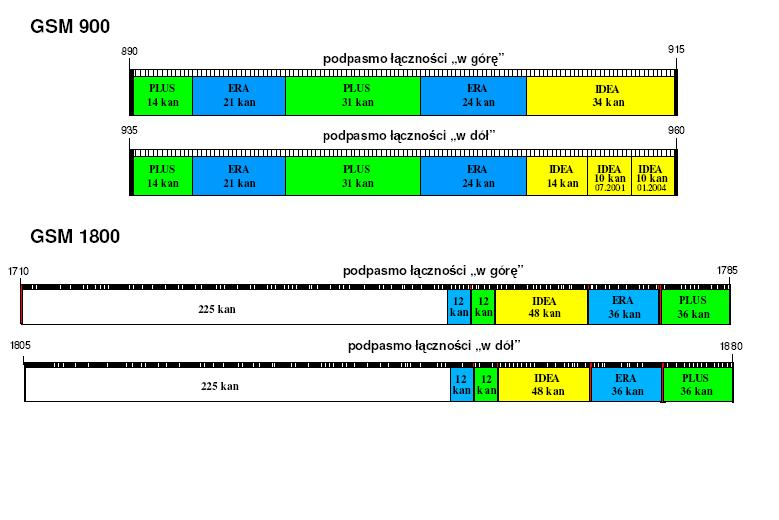
Istnieje pięć głównych standardów GSM, różniących się przede wszystkim używanym pasmem radiowym i rozmiarami [komórek](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kom%C3%B3rka_%28telekomunikacja%29): [GSM 400](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM_400), [GSM 850](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM_850), [GSM 900](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM_900), [GSM-1800](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM-1800) (nazywany także DCS), i [GSM 1900](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM_1900) (nazywany także PCS). GSM 850 i GSM 1900 wykorzystywane są w większości państw [Ameryki](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ameryka) [Północnej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ameryka_P%C3%B3%C5%82nocna) i [Południowej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ameryka_Po%C5%82udniowa). W pozostałej części świata, używany jest standard GSM 900/1800.

GSM 400 jest rozwiązaniem dla operatorów posiadających sieci [NMT 450](http://pl.wikipedia.org/wiki/NMT), którzy są już posiadaczami prawa do używania wykorzystywanych przez ten system częstotliwości, a w okresie przejściowym oba systemy mogą działać razem. Jest też technologią, którą można zastosować do pokrycia dużych niezamieszkanych obszarów.

**3.1 Używane częstotliwości**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cecha \ System** | **GSM 400** | **GSM 850** | **GSM 900** | **GSM 1800** | **GSM 1900** |
| [Uplink](http://pl.wikipedia.org/wiki/Uplink) [MHz] | 450.4 - 457.6 lub 478.8 - 486 | 824 - 849 | 880 - 915 | 1710 - 1785 | 1850 - 1910 |
| [Downlink](http://pl.wikipedia.org/wiki/Downlink) [MHz] | 460.4 - 467.6 lub 488.8 - 496 | 869 - 894 | 925 - 960 | 1805 - 1880 | 1930 - 1990 |
| Liczba częstotliwości | 35 | 124 | 174 | 374 | 299 |

**Zakresy częstotliwości systemu GSM w Polsce:**

****

**3.2 Rozmiary komórek**

Maksymalny zasięg komórki wynikający ze specyfikacji GSM wynosi około 35 km. Okazuje się jednak, że energia konieczna do emitowania sygnału na częstotliwości 1800/1900 MHz jest tak duża, że rozmiar komórek zasięgu w tych standardach nie przekracza 8 km.

Możliwe jest też rozwiązanie *extended range*, w którym komórka zasięgu może mieć promień nawet do 120 km. Związane jest to jednak ze znacznym pogorszeniem 'pojemności' sieci. Operatorzy mogą zastosować to rozwiązanie, gdy chcą obniżyć koszty pokrycia dużych, słabo zaludnionych obszarów. Najlepiej nadaje się do tego GSM 400, który ze względu na używane częstotliwości wymaga mniejszej energii do emitowania sygnału na tak duże odległości. Niektórzy dostawcy infrastruktury [telekomunikacyjnej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Telekomunikacja), oferują również taką możliwość dla standardu GSM 900.

**3.3 Sieci GSM budowane na bazie dwóch standardów**

Operatorzy posiadający licencje umożliwiające wykorzystywanie częstotliwości z dwóch zakresów (np. 900 MHz i 1800 MHz) najpierw starają się pokryć cały dostępny obszar za pomocą sieci GSM 900 (mniejszy koszt związany z pokryciem dużych obszarów), a następnie w regionach związanych z dużym natężeniem ruchu telekomunikacyjnego (np. centra miast, tereny atrakcyjne turystycznie) wdrażany jest też dodatkowo GSM 1800 (większa liczba dostępnych częstotliwości).

Oferowane telefony umożliwiają transmisję w obu zakresach, możliwe jest też przemieszczanie się podczas rozmowy pomiędzy stacjami bazowymi pracującymi w różnych standardach bez utraty połączenia ([handover](http://pl.wikipedia.org/wiki/Handover)).

1. Podstawowe usługi w systemie GSM
   1. **Transmisja mowy**

Do transmisji mowy, [telefon](http://pl.wikipedia.org/wiki/Telefon_kom%C3%B3rkowy) w systemie GSM używa cyfrowego kanału radiowego przydzielonego mu na czas połączenia przez [Kontroler Stacji Bazowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kontroler_Stacji_Bazowych). Każda z dostępnych częstotliwości podzielona jest na 8 [szczelin czasowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Szczelina_czasowa), w których mogą być transmitowane pojedyncze rozmowy. W zależności od zajętości sieci w danej komórce (ang. *cell*), telefon może mieć przyznaną całą lub pół szczeliny czasowej, co wiąże się z pogorszeniem jakości transmisji. Podczas rozmowy wysyła do sieci tzw. raporty pomiarowe (ang. *measurement reports*), w których zawarte są informacje o sile i jakości sygnału odbieranego z okolicznych stacji bazowych. Na podstawie tych raportów, Kontroler Stacji Bazowych może przyznać częstotliwość związaną z inną stacją, jeśli sygnał ze stacji, z którą telefon nawiązał połączenie staje się zbyt słaby, np. abonent oddala się poza zasięg nadajnika.

* 1. **Transmisja danych**

Pierwsze specyfikacje GSM opisywały przesyłanie danych o [prędkości transmisji](http://pl.wikipedia.org/wiki/Przep%C5%82ywno%C5%9B%C4%87) 9,6 kb/s (*Circuit Switched Data* – [CSD](http://pl.wikipedia.org/wiki/CSD_%28telekomunikacja%29)). Polegało to na zajęciu jednej szczeliny czasowej przyznanej przez Kontroler Stacji Bazowych dokładnie w ten sam sposób jak dla zwykłej rozmowy. Kolejne rozwiązanie nazywane *High Speed Circuit Switched Data* ([HSCSD](http://pl.wikipedia.org/wiki/HSCSD)) dzięki innemu systemowi kodowania i korekcji błędów dawało możliwość osiągnięcia prędkości transmisji 14,4 kb/s w jednej szczelinie czasowej. Na potrzeby jednej transmisji można było ich przydzielić aż cztery, co dawało 57,6 kb/s. Tego typu rozwiązania miały jednak podstawową wadę: na czas połączenia przyznawane były całe kanały cyfrowe, użytkownik zajmował je nawet w momencie, gdy nie wysyłał ani nie odbierał danych, było to, więc rozwiązanie kosztowne.

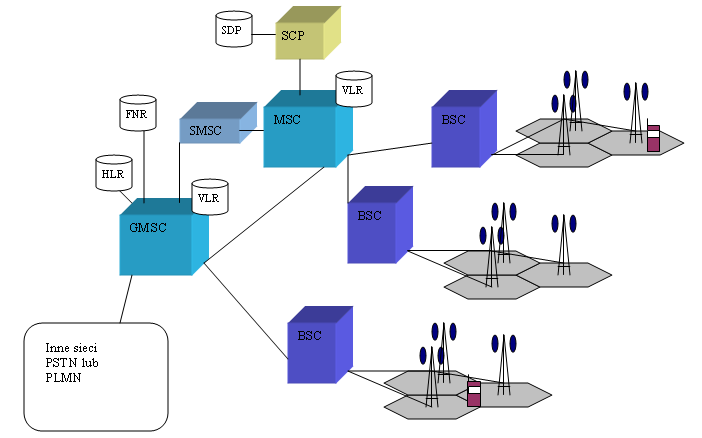
Nowe możliwości pojawiły się wraz z rozwojem technologii [GPRS](http://pl.wikipedia.org/wiki/GPRS), która została zintegrowana z siecią GSM i stała się częścią tego standardu. Oferuje ona pakietowe przesyłanie danych, dzięki czemu użytkownik nie zajmuje tylko dla siebie całego kanału cyfrowego i płaci za faktycznie wysłane/odebrane dane. Osiągana w praktyce prędkość transmisji to 30 – 80 kb/s. Rozszerzeniem technologii GPRS jest [EDGE](http://pl.wikipedia.org/wiki/EDGE), który oferuje jeszcze większą prędkość transmisji i uważany za alternatywę dla telefonii [UMTS](http://pl.wikipedia.org/wiki/UMTS), która nie wymaga inwestycji w licencje związane z nowymi częstotliwościami oraz w kosztowną rozbudowę sieci radiowych.

**4.3 Messaging**

Usługa pozwalająca wysyłać i odbierać wiadomości w formatach [SMS](http://pl.wikipedia.org/wiki/SMS), [EMS](http://pl.wikipedia.org/wiki/EMS) i [MMS](http://pl.wikipedia.org/wiki/MMS).

* SMS to krótka (do 160 znaków) wiadomość tekstowa. Nieoczekiwanie dla operatorów ta forma komunikacji stała się jedną z najpopularniejszych usług w sieciach GSM, obecnie wysyła się setki miliardów SMS-ów rocznie.
* [Multimedialnym](http://pl.wikipedia.org/wiki/Multimedia) rozszerzeniem SMS jest EMS, który umożliwia zawarcie w treści SMS-a monochromatycznej grafiki oraz zdefiniowanych przez twórców standardu EMS dźwięku lub animacji.
* Następcą standardu SMS jest MMS, bazujący na transmisji GPRS. Zawarta w nim informacja może mieć formę audiowizualną (dźwięk, obraz, sekwencje video).

1. Architektura sieci GSM

[](http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika:ArchitekturaSieciGSM1.png)

* 1. **Opis elementów sieci**
* Komórka (ang. cell) jest obszarem obsługiwanym przez [stację bazową](http://pl.wikipedia.org/wiki/Stacja_bazowa). Jej maksymalny rozmiar opisany jest w specyfikacji GSM (zobacz rozdział "Standardy GSM"). Faktyczny rozmiar i kształt zależy od warunków zewnętrznych (ukształtowanie terenu, wysokość masztu, warunki propagacji fal radiowych) oraz od konfiguracji parametrów stacji bazowej (np. moc nadawania sygnału). Operator dostosowuje rozmiar komórek do obserwowanego na danym terenie natężenia ruchu telekomunikacyjnego - tam gdzie ono jest większe, rozmiar komórek jest mniejszy (ilość rozmów obsługiwanych przez jedną stację bazową jest ograniczona).
* Stacja Bazowa (*Base Transceiver Station*, BTS) jest elementem sieci, który jest interfejsem pomiędzy [telefonem komórkowym](http://pl.wikipedia.org/wiki/Telefon_kom%C3%B3rkowy) a siecią GSM. Dzięki systemowi anten transmituje i odbiera na kilku częstotliwościach (liczba zależąca od konfiguracji sprzętowej i oprogramowania) zakodowany cyfrowo sygnał (zobacz artykuły: [transmisja głosu w sieci GSM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Transmisja_g%C5%82osu_w_sieci_GSM) i [kanały radiowe w sieci GSM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82y_radiowe_w_sieci_GSM)). Częstotliwości używane przez stacje bazowe obsługujące sąsiadujące komórki różnią się, aby nie dochodziło do interferencji fal radiowych. Zwykle od kilkudziesięciu do kilkuset stacji bazowych jest podłączonych do jednego [Kontrolera Stacji Bazowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/BSC).
* Kontroler Stacji Bazowych (*Base Station Controler*, [BSC](http://pl.wikipedia.org/wiki/BSC)) jest elementem sieci, odpowiedzialnym za zarządzanie stacjami bazowymi, oraz transmisję danych pomiędzy stacjami bazowymi a resztą sieci. Z poziomu BSC Operator zarządza radiową częścią sieci, zmieniając parametry poszczególnych stacji bazowych. BSC odpowiedzialne też jest za przydzielanie telefonowi komórkowemu wolnej szczeliny czasowej na odpowiedniej częstotliwości oraz za śledzenie jakości rozmowy. W razie jej pogorszenia, np. gdy abonent oddala się od obsługującej go stacji bazowej, zostanie przydzielona mu inna częstotliwość obsługiwana przez inną stację bazową, oraz odpowiednia szczelina czasowa. Mechanizm ten nazywa się [handover](http://pl.wikipedia.org/wiki/Handover). Kilka BSC jest podłączonych do jednego [MSC](http://pl.wikipedia.org/wiki/MSC).
* Mobile Switching Centre ([MSC](http://pl.wikipedia.org/wiki/MSC)) jest [cyfrową centralą telefoniczną](http://pl.wikipedia.org/wiki/Centrala_telefoniczna) przystosowaną do pracy w sieci GSM. Jest odpowiedzialna za zestawianie połączeń i koordynacje współpracy pomiędzy elementami sieci. Liczba MSC w sieci zależy od ilości abonentów i generowanego przez nich obciążenia sieci. Na przykład jeden z niemieckich operatorów ma około 200 MSC w swojej sieci.
* Gateway Mobile Switching Centre ([GMSC](http://pl.wikipedia.org/wiki/GMSC)) jest to centrala MSC z dodatkową funkcjonalnością odpowiedzialną za kontaktowanie się z [HLR](http://pl.wikipedia.org/wiki/HLR). Każda rozmowa podczas zestawiania połączenia do abonenta danej sieci musi być przeroutowana do jednego z GMSC należącego do niej (nawet gdy abonent jest w tym czasie w roamingu w innej sieci) w celu zebrania informacji o użytkowniku, którego numer wybrano w celu rozpoczęcia rozmowy. Od operatora zależy, które (np. wybrane MSC lub wszystkie MSC w sieci) będą działać jako GMSC[[1]](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM#_note-Overview) (co zazwyczaj jest kwestią dodatkowej konfiguracji). Niektóre GMSC mogą działać jako centrale tranzytowe do innych sieci.
* Home Location Register ([HLR](http://pl.wikipedia.org/wiki/HLR)) jest bazą danych, która przechowuje informacje o abonentach, którzy należą do danej sieci. Między innymi numer [IMSI](http://pl.wikipedia.org/wiki/IMSI), [MSISDN](http://pl.wikipedia.org/wiki/MSISDN), informacje o wykupionych usługach, informacje o MSC, które aktualnie obsługuje abonenta, informacje o jego statusie (np. telefon jest wyłączony, telefon jest włączony do sieci). Ilość HLR w sieci zależy od ilości abonentów, na przykład sieć jednego z dużych europejskich operatorów jest obsługiwana przez około 20 HLR.
* Visitor Location Register ([VLR](http://pl.wikipedia.org/wiki/VLR)) - baza danych związana z MSC. W sieci istnieją zawsze pary MSC-VLR. Baza ta przechowuje informacje o abonentach, którzy w danym momencie znajdują się na obszarze obsługiwanym przez to MSC. Część z tych informacji jest kopiowana z HLR w momencie, gdy abonent pojawia się w "zasięgu" danego MSC, inne, takie jak jego lokalizacja są zmieniane już później.
* Flexible Number Register ([FNR](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=FNR&action=edit)) - opcjonalny element sieci wykorzystywany w mechanizmie *Number Portability*, znanym jako "przenoszenie numeru pomiędzy operatorami". Jest to baza danych wszystkich abonentów w sieciach GSM w danym kraju. Przechowuje informacje o numerze abonenta, który dzięki temu można zachować zmieniając sieć; aktualnym operatorze, którego abonent jest klientem; numer, pod który należy przekierować rozmowę (poprzez [GMSC](http://pl.wikipedia.org/wiki/GMSC)) do tego operatora.
* SMS Center ([SMSC](http://pl.wikipedia.org/wiki/Centrum_SMS)) - element sieci biorący udział w przesyłaniu SMS-ów pomiędzy abonentami i przechowujący te wiadomości, które nie mogą być w danej chwili dostarczone. Np. abonent jest poza zasięgiem lub ma wyłączony telefon.
* Service Control Point ([SCP](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=SCP_%28informatyka%29&action=edit)) - element sieci, na którym oparte są [sieci inteligentne](http://pl.wikipedia.org/wiki/Sieci_inteligentne). Działające na nim serwisy związane są z usługami dodanymi, które mogą być wykupione przez abonenta, np. *Virtual Private Network* lub [Prepaid](http://pl.wikipedia.org/wiki/Prepaid). SCP komunikuje się z MSC dzięki protokołom [SS7](http://pl.wikipedia.org/wiki/SS7) i może wpływać na zestawianą rozmowę: wpływ na sposób naliczania opłat, przekierowanie do innego numeru, dołączenie do rozmowy dodatkowego abonenta itp. MSC może informować SCP o różnych zdarzeniach związanych z rozmową (np. abonent, do którego kierowana jest rozmowa, jest zajęty, nie podnosi słuchawki itp.) i na tej podstawie, podejmowane są dalsze decyzje co do tej rozmowy.
* Service Data Point ([SDP](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=SDP_%28informatyka%29&action=edit)) - baza danych, która zawiera informacje o abonentach wykorzystywane przez programy działające na platformie Sieci Inteligentnych. Np. program [Prepaid](http://pl.wikipedia.org/wiki/Prepaid) przechowuje tam informacje o ilości dostępnych impulsów.

**5.2 Porównanie podstawowych cech generacji komórkowych:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| GENERACJA I (1G): | GENERACJA II (2G): | GENERACJA III (3G): |
| - analogowe (AMPS,NMT,TACS) | - cyfrowe GSM900, DCS1800 - usługi wąskopasmowe: głos, dane, SMS, VMS, faks - transmisja danych 9,6 kb/s - SMS do 160 znaków - połączenia alarmowe | - cyfrowe globalne UMTS (IMT-2000) - konwergencja usług wąsko- i szerokopasmowych - transmisja danych EDGE 384kb/s, WCDMA 2Mb/s - usługi internetowe i multimedialne |

1. Rynek GSM na świecie

Technologia GSM jest obecnie najczęściej używanym rozwiązaniem do budowy sieci komórkowych. Telefonów w tym standardzie używa około 1,75 mld abonentów, co stanowi ponad 75% wszystkich użytkowników telefonii mobilnej.

Głównymi uczestnikami rynku GSM są operatorzy telekomunikacyjni, będący właścicielami sieci. Jest ich ponad 650. Do największych można zaliczyć operatorów multiregionalnych, czyli posiadających swoje oddziały w wielu krajach, lub będących udziałowcami większościowymi innych operatorów, tacy jak [Vodafone](http://pl.wikipedia.org/wiki/Vodafone), [T-Mobile](http://pl.wikipedia.org/wiki/T-Mobile), oraz działającego na rynku chińskim [China Telecom](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=China_Telecom&action=edit).

Powstaje też coraz więcej [operatorów wirtualnych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Operator_wirtualny), nieposiadających własnej infrastruktury telekomunikacyjnej, oferujących swoim abonentom usługi na bazie wykupionych hurtowo minut dostępu do istniejących sieci. Część z nich jest własnością koncernów medialnych, dzięki czemu mogą wyróżniać się na rynku za pomocą oferowanych usług polegających na dostarczaniu swoim klientom wybranych informacji. Przykładem może tu być stacja muzyczna [MTV](http://pl.wikipedia.org/wiki/MTV) lub amerykański kanał sportowy [ESPN](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=ESPN&action=edit), który oferuje abonentom należącego do niego operatora niektóre swoje programy, oraz skróty z najciekawszych wydarzeń sportowych. Największym operatorem wirtualnym jest [Virgin Mobile](http://pl.wikipedia.org/wiki/Virgin_Mobile).

Sieć GSM stała się też kolejnym kanałem dystrybucji usług dla firm nie związanych z telekomunikacją. Przykładem może być jeden numer korporacji taksówkowej, dzięki któremu połączenie jest automatycznie przekierowane do jej lokalnego oddziału, położonego najbliżej miejsca, z którego dzwoni abonent, możliwość interakcji widzów z programami rozrywkowymi za pomocą teległosowania SMS-ami, lub udostępnienie plików multimedialnych, które mogą być użyte do personalizacji telefonów. GSM jest też postrzegany jako kolejne medium służące dostarczaniu informacji. Na przykład [CNN](http://pl.wikipedia.org/wiki/CNN) na początku swojej działalności oferowało swoje serwisy informacyjne tylko za pomocą telewizji, później zaczęło prezentować je w swoim portalu internetowym, a obecnie oferuje usługę *CNN Mobile News* poprzez telefony komórkowe.

Z rynkiem GSM związani są też dostawcy infrastruktury telekomunikacyjnej. Do największych należą (w kolejności uzyskiwanych z tego tytułu przychodów): [Ericsson](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ericsson), [Nokia](http://pl.wikipedia.org/wiki/Nokia) i [Siemens](http://pl.wikipedia.org/wiki/Siemens). Innym ważnym segmentem rynku jest sprzedaż telefonów komórkowych, ich największymi producentami są Nokia, [Samsung](http://pl.wikipedia.org/wiki/Samsung) i [Motorola](http://pl.wikipedia.org/wiki/Motorola). Innymi ważnymi partnerami dla operatorów są firmy tworzące oprogramowanie rozszerzające podstawową funkcjonalność sieci, np. aplikacje realizujące usługi bazujące na platformie [sieci inteligentnych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Sieci_inteligentne), systemy [billingowe](http://pl.wikipedia.org/wiki/Billing), rozwiązania wspomagające zarządzanie siecią ([Operation Support System](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Operation_Support_System&action=edit) (OSS)) lub relacje z klientami ([Business Support System](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Business_Support_System&action=edit) (BSS)).

Operatorzy i dostawcy rozwiązań telekomunikacyjnych mogą również mieć wpływ na rozwój technologii GSM poprzez udział w rozwijaniu jej specyfikacji przez konsorcjum [3GPP](http://pl.wikipedia.org/wiki/3GPP). Powołane przez nich stowarzyszenie [GSM Association](http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM_Association) dba o kwestie prawne i ekonomiczne związane z rozwojem standardu i rynku oferowanych dzięki niemu usług.

Dla każdego [państwa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Pa%C5%84stwo) telekomunikacja jest strategiczną gałęzią przemysłu. Rządy starają się mieć wpływ na operatorów działających na terenie danego kraju, za pomocą podległych im [Regulatorów Rynku Telekomunikacyjnego](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Regulator_Rynku_Telekomunikacyjnego&action=edit), oraz urzędy antymonopolowe. Duży wpływ na rynek w skali globalnej mają też organizacje regionalne: np. [Komisja Europejska](http://pl.wikipedia.org/wiki/Komisja_Europejska) zamierza wydać rozporządzenie o maksymalnych stawkach za roaming w połączeniach na terenie [Uni Europejskiej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Unia_Europejska)

1. Rynek GSM w Polsce

Koncesja na pierwszą sieć GSM w Polsce została przyznana w lutym [1996](http://pl.wikipedia.org/wiki/1996) r. firmie [Polkomtel](http://pl.wikipedia.org/wiki/Polkomtel). Sieć została uruchomiona w październiku [1996](http://pl.wikipedia.org/wiki/1996) r. pod marką [Plus GSM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Plus_GSM). Do końca roku korzystało z niej 50 tys. abonentów. Kolejny operator, [PTC](http://pl.wikipedia.org/wiki/PTC), koncesję uzyskał również w lutym [1996](http://pl.wikipedia.org/wiki/1996) r., sieć pod marką [Era GSM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Era_GSM) została uruchomiona we wrześniu [1996](http://pl.wikipedia.org/wiki/1996) r.

W Polsce usługi w standardzie GSM na początku [2007](http://pl.wikipedia.org/wiki/2007) r. świadczyło trzech operatorów: [Polska Telefonia Cyfrowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/PTC) - sieci pod marką [Era](http://pl.wikipedia.org/wiki/Era_%28sie%C4%87_telefonii_kom%C3%B3rkowej%29) i [Heyah](http://pl.wikipedia.org/wiki/Heyah), [Polkomtel](http://pl.wikipedia.org/wiki/Polkomtel) - sieci pod marką [Plus](http://pl.wikipedia.org/wiki/Plus_%28sie%C4%87_telefonii_kom%C3%B3rkowej%29) i [Sami Swoi](http://pl.wikipedia.org/wiki/Sami_Swoi) oraz [PTK Centertel](http://pl.wikipedia.org/wiki/PTK_Centertel) - sieć pod marką [Orange](http://pl.wikipedia.org/wiki/Orange_%28Polska%29). W grudniu [2006](http://pl.wikipedia.org/wiki/2006) r. rozpoczął działalność pierwszy wirtualny operator telefonii komórkowej w Polsce - [mBank mobile](http://pl.wikipedia.org/wiki/MBank_mobile), korzystający z infrastruktury [Polkomtela](http://pl.wikipedia.org/wiki/Polkomtel).

Pozostałe do rozdzielenia częstotliwości używane w standardzie GSM-1800 były w [2006](http://pl.wikipedia.org/wiki/2006) r. przedmiotem przetargu rozpisanego przez [Urząd Komunikacji Elektronicznej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Urz%C4%85d_Komunikacji_Elektronicznej) (dawniej Urząd Regulacji Telekomunikacji i Poczty (URTiP)). W maju 2006 wygrała oferta [Telekomunikacji Kolejowej](http://pl.wikipedia.org/wiki/Telekomunikacja_Kolejowa) (spółki [skarbu państwa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Skarb_pa%C5%84stwa) i [PKP](http://pl.wikipedia.org/wiki/PKP)). Niestety później zrezygnowała z częstotliwości ze względu na brak środków do finansowania tak dużego przedsięwzięcia. W połowie roku [2007](http://pl.wikipedia.org/wiki/2007) zaplanowany jest kolejny przetarg na wolne częstotliwości.

1. Bibliografia

Materiały, z których korzystaliśmy to:

* Aleksander Simon, Marcin Walczyk. *Sieci komórkowe GSM/GPRS. Usługi i bezpieczeństwo*.
* Siegmund Redl, Matthias Weber, Malcolm W. Oliphant. *GSM and Personal Communications Handbook*
* Specyfikacja 3GPP TS 23.002 v3.6.0 Network architecture.
* K. Wesołowski. *Systemy radiokomunikacji ruchomej*