

## Architektura i działanie systemu GSM

Wykład prowadzi: Mikołaj Sobczak



**UCZELNIA**  
ONLINE

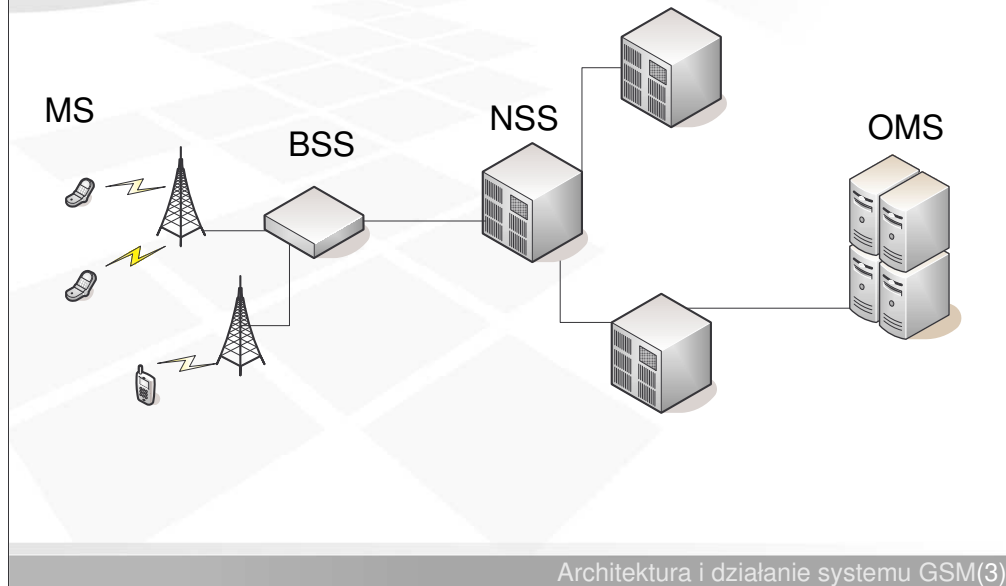


- Analogowa telefonia komórkowa
- Utworzenie w 1982 roku zespołu Groupe Spéciale Mobile
- Wybór pasma 900 MHz
- Pierwszy system testowy 1991 rok
- Uzupełnienie o pasmo 1800 MHz

Na początku lat osiemdziesiątych pojawiła się analogowa telefonia komórkowa, używana przez lata do rozmów jak i do transmisji danych o niskiej przepustowości. Również w tym okresie postanowiono opracować wspólny, europejski standard telefonii komórkowej. Wybrano zakresy częstotliwości oraz uruchomiono pierwszy projekt pilotażowy. W połowie lat 90-tych system GSM pojawił się w Polsce.



## Bloki funkcjonalne systemu GSM



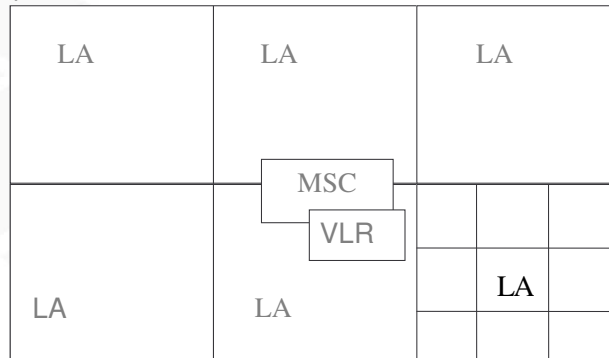
Architektura i działanie systemu GSM(3)

W systemie GSM wyróżnia się następujące elementy:

- Stacje ruchome (ang. Mobile stations MS) – użytkownicy mobilni i bezprzewodowi przebywający w zasięgu stacji bazowych i komunikujący się za ich pośrednictwem z systemem GSM.
- Zespół stacji bazowych (ang. Base Stations Subsystem BSS) - stanowiący interfejs pomiędzy użytkownikami przebywającymi w terenie a systemem, zapewniające im bezprzewodowy dostęp do zasobów.
- Część komutacyjno-sieciowa (ang. Network and Switching Subsystem NSS) – centrale, centrale trasy, rejestry systemu
- Zespół eksploatacji i utrzymania (ang. Operation and Maintenance Subsystem OMS)



- Obszar centralowy (rejestr VLR)
- Obszary przywołań (LA)
- Komórki (CELL)



System GSM podzielony jest geograficznie na obszary centralowe, obsługiwane przez centrale MSC. Te z kolei dzielą się na obszary przywołań oznaczone unikalnymi identyfikatorami LAI. W ramach obszaru przywołań funkcjonują komórki, których może być od kilkudziesięciu do kilkuset. Z centralą MSC skojarzony jest rejestr stacji obcych VLR, który zostanie omówiony później.



## Identyfikatory stosowane w systemie GSM

- Numery związane z abonentem
  - MSISDN
  - IMSI
  - MSRN
  - TMSI
- Numery związane z aparatem
  - IMEI
- Numery związane z infrastrukturą systemu
  - LAI
  - CGI
  - BSIC

Architektura i działanie systemu GSM(5)

MSISDN - międzynarodowy numer abonenta, który w rejestrze HLR jest zamieniany na wewnętrzny numer IMSI. W przypadku wybrania numeru poza systemem abonenta umożliwia odnalezienie najbliższej centrali GMSC właściwej dla odbiorcy

IMSI – międzynarodowy, używany wyłącznie wewnątrz systemu GSM, numer abonenta ruchomego, zapisany na karcie SIM, w HLR, VLR (czasowo) i AuC.

MSRN – przechowywany jest w VLR chwilowy adres stacji ruchomej.

TMSI – zakodowana z przyczyn bezpieczeństwa wersja numeru IMSI przyznawana dynamicznie po zgłoszeniu w danym obszarze przywołań.

IMEI – międzynarodowy numer identyfikacji terminala, znajduje się w telefonie i w rejestrze EIR.

LAI – numer obszaru przywołań.

CGI – globalny numer komórki.

BSIC – numer stacji bazowej.



### Typy stacji ruchomych:

- Modele przewożne - stosowane w pojazdach (antena zewnętrzna)
- Modele przenośne
- Modele kieszonkowe (najbardziej popularne)
- Bezprzewodowe automaty telefoniczne
- Centrale PBX
- Moduły GSM



Wyróżnia się kilka rodzajów telefonów i urządzeń pracujących w oparciu o technologię GSM. Początkowo, ze względu na wielkość stosowano wyłącznie telefony przewożone w samochodach, z anteną umieszczoną na dachu. Późniejsze modele udało się wynosić z pojazdu, jak radio samochodowe, były jednak nadal duże i nieporęczne. Poza najbardziej popularnymi dziś terminalami kieszonkowymi stosuje się jeszcze bezprzewodowe automaty telefoniczne, które różnią się od tradycyjnych tylko faktem bezprzewodowego połączenia z systemem. Moduły PBX pozwalają zwykłym centralom telefonicznym, zlokalizowanym w odległych miejscach łączyć się poprzez system komórkowy z przewodową siecią telefoniczną. Moduły GSM mogą stanowić wyposażenie wielu urządzeń, które wymagają transmisji danych w oparciu o łącza komórkowe.

**Funkcje stacji ruchomych:**

- Systemowe
  - Pomiar i regulacja mocy
  - Frequency hopping
- Transmisja mowy i danych
- Interfejs użytkownika
  - Standardowe
  - Niestandardowe



Standardowym zadaniem telefonu komórkowego, jest obróbka sygnału nadawanego i odbieranego, co zapewnia użytkownikowi dostęp do usług systemu. Ważna jest również możliwość regulacji mocy terminala na żądanie sterownika stacji bazowych w zależności od odległości od BTS i warunków propagacji. Skakanie po częstotliwościach umożliwia działanie telefonu na różnych kanałach częstotliwościowych w ramach współpracy ze stacją bazową. Standardem jest również transmisja danych, o mowie oczywiście nie wspominając. W interfejsie użytkownika również można wydzielić podstawowe funkcje jak chociażby wyświetlanie wybieranego numeru, możliwość wyboru operatora czy wyświetlanie jego nazwy. Telefony droższe i bardziej wyszukane posiadają mnóstwo dodatkowych funkcji, zwiększających komfort pracy z aparatem.



- Nowoczesne telefony i systemy operacyjne
- Funkcjonalne aplikacje
- Mnogość zastosowań



Architektura i działanie systemu GSM(8)

Nowoczesne telefony są tak naprawdę małymi komputerami wyposażonymi w 32–128 MB pamięci RAM, porty podczerwieni IrDA, moduł Bluetooth, GPRS, a coraz częściej wbudowany interfejs Wi-Fi. Posiadają możliwość wykorzystania kart pamięci CF, SD i innych. Charakteryzuje je również w miarę długi czas pracy na zasilaniu bateryjnym, niewielka waga, wygoda i prostota użytkowania. Wiele z nich wyposażonych jest również w dotykowy ekran ciekłokrystaliczny, aparaty cyfrowe i mini kamery. Technologia 3G sprawia, że dzięki funkcjom multimedialnym i szerokopasmowemu dostępowi do danych możliwości ich zastosowań rośnie z każdym dniem.





- Idea funkcjonowania karty SIM
- Budowa karty SIM
- Zadania kart SIM
- Zabezpieczenia



Jak oficer wachtowy składa się z gwizdka i oficera właściwego, tak telefon komórkowy składa się z karty SIM i telefonu właściwego. Moduł SIM umożliwia nam zmianę aparatu telefonicznego bez potrzeby rozwiązywania umowy z operatorem i podpisania nowej. Wystarczy przełożyć kartę do innego telefonu. Dzięki tej prostej idei telefon komórkowy podlega takiemu samemu obrotowi w gospodarstwie domowym jak inne sprzęty

Karta SIM jest jednoukładowym mikrokomputerem, wyposażonym w procesor, pamięci RAM i ROM oraz układy wejścia-wyjścia. Przechowuje ona dane użytkownika, w tym kontakty oraz przychodzące wiadomości SMS. Zapisane są również dane dotyczące klucza szyfrującego i jego generacji oraz inne informacje związane z bezpieczeństwem

Karta jest zabezpieczona przed niepowołanym dostępem kodami PIN i PUK.



Dwa główne bloki:

- Część transmisyjna – stacje bazowe
- Część sterująca – sterowniki stacji bazowych
  - Sterowanie infrastrukturą
  - Kanały rozmówne
    - Zarządzanie
    - Komutacja łącz



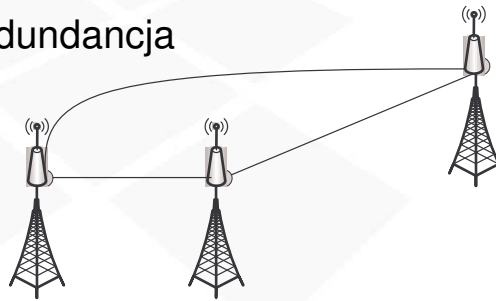
Architektura i działanie systemu GSM(10)

W ramach zespołu stacji bazowych wyróżniamy dwie podstawowe części. Stacje bazowe stanowią część transmisyjną i służą do komunikacji z użytkownikami w terenie. Z drugiej strony połączone są ze sterownikiem stacji bazowych. Ich podstawową funkcją jest obróbka sygnału w obu kanałach. Podobnie jak w przypadku telefonów skakanie po częstotliwościach umożliwia działanie na różnych kanałach częstotliwościowych w ramach współpracy z aparatem telefonicznym. Ważną funkcją jest również szyfrowanie i rozszyfrowywanie sygnałów w obu kierunkach.

Sterowniki stacji bazowych są połączone ze stacjami bazowymi z jednej strony a częścią komutacyjno-sieciową z drugiej. Są odpowiedzialne za sterowanie podległymi mu stacjami bazowymi oraz znajdującymi się w ich zasięgu telefonami (choćby sterowanie mocą). Zarządzają kanałami rozmownymi i sygnalizacyjnymi, kontrolują błędy. Zarządzają skakaniem po częstotliwościach przez terminale i stacje bazowe. Pełnią również ważną rolę w przywoływaniu stacji ruchomych, poszukiwanych w momencie połączenia z abonentem



- Rodzaje połączeń pomiędzy stacjami
  - Radiowe
  - Przewodowe
    - Różne topologie połączeń
    - Redundancja

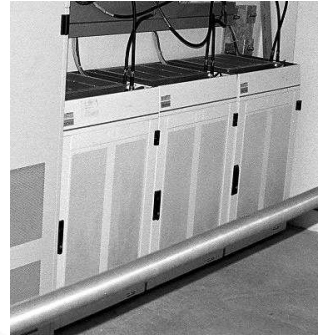


Stacje bazowe mogą być połączone w sposób bezprzewodowy, za pomocą łącz kierunkowych wysokiej częstotliwości. Występują również połączenia przewodowe, które mogą mieć następującą topologię:

- gwiazda – w jej centrum jest sterownik BSC, na ramionach stacje bazowe BTS
- szeregowo - klasyczna topologia magistrali
- szeregowo z pętlą – topologia magistrali, z redundantnym połączeniem przydatnym w razie awarii podstawowego



- Funkcje centrali MSC
- Budowa centrali
  - Pole komutacyjne
  - Inne moduły
- Pojęcie centrali tranzytowej
  - Samodzielne urządzenie
  - Moduły IWF



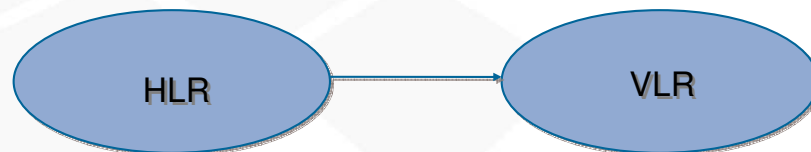
Podstawowym elementem części komutacyjno-sieciowej jest centrala systemu ruchomego (ang. Mobile Switching Centre). Odpowiedzialna jest za zestawianie połączeń pomiędzy dwoma abonentami systemu GSM. Połączona jest ze sterownikami stacji bazowych BSC i z innymi centralami MSC. Ważnym elementem jest centrala tranzytowa GMSC, która łączy z abonentami innego systemu telekomunikacyjnego. Najczęściej implementuje się ją w postaci modułów IWF do istniejących central MSC albo samodzielne urządzenie.

Poza kluczowym polem komutacji i sterowania ruchem, centrala odpowiada za taryfikację prowadzonych przez nią połączeń



### Lokalizacja rejestru HLR w systemie

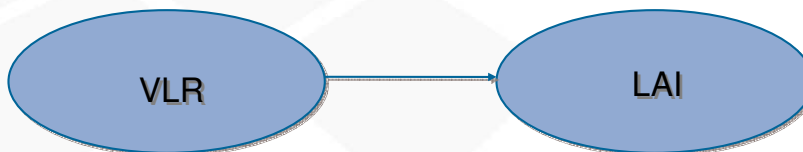
- Przechowywane dane
  - Informacje o abonencie
  - Lokalizacja użytkownika
  - Usługi
- Funkcja rejestru HLR



W momencie podpisywania umowy dane nowego abonenta są wpisywane do rejestru macierzystego (ang. Home Location Register). Kluczowymi są zwłaszcza międzynarodowy numer abonenta MSISDN i międzynarodowy numer abonenta ruchomego IMSI. Pamiętany jest status urządzenia, czy nie jest on na przykład zablokowany po nie opłaceniu rachunku. Pamiętany jest klucz Ki, ważny w procesie autentykacji użytkownika i lokalizacja użytkownika, jako wskaźnik na bieżący rejestr VLR użytkownika. Zatem odpytując się o pozycję użytkownika otrzymujemy z HLR jego położenie z dokładnością do obszaru centralowego (wskaźnik na rejestr VLR).



- Lokalizacja rejestru VLR w systemie
- Przechowywane dane
  - Stan terminala
  - Dane lokalizacyjne
  - Dane dodatkowe
- Zadania rejestru VLR



Rejestr stacji obcych VLR jest związany z centralą MSC. Każdy aparat znajdujący się w tym obszarze centralowym posiada w VLR własny rekord. Zawiera on dane o wszystkich stacjach ruchomych, które aktualnie znajdują się w obszarze centralowym skojarzonym z MSC. Są to między innymi parametry dotyczące szyfrowania i identyfikacji abonenta oraz stan jego terminala (wyłączony, włączony, rozmowa). Jeśli chodzi o pozycjonowanie użytkowników, przechowywany jest identyfikator obszaru przywołań LAI związany z bieżącą lokalizacją stacji oraz adres rejestru HLR.



Wyróżnia się następujące stany terminala komórkowego

- Terminal wyłączony
- Terminal w stanie czuwania
- Terminal w stanie aktywnym

- terminal wyłączony – nie pracuje w systemie GSM
- terminal w stanie czuwania – stacja włączona, ale nie bierze udziału w połączeniu (informuje o położeniu i czeka na ewentualne wywołanie).
- terminal w stanie aktywnym – terminal włączony i bierze w danej chwili udział w połączeniu



## Z wyłączonego do włączonego

- Rozpoznanie sygnałów w kanałach sygnalizacyjnych
- Wybór najsilniejszej stacji bazowej i rozpoznanie numeru LAI
- Możliwe sytuacje:
  - Ta sama komórka
  - Inna komórka ten sam obszar przywołań
  - Inny obszar przywołań ten sam obszar centralowy
  - Inny obszar centralowy

Architektura i działanie systemu GSM(16)

- Rozpoznanie sygnałów w kanałach sygnalizacyjnych
- Wybór najsilniejszej stacji bazowej i rozpoznanie numeru LAI
  - Jeśli  $LAI = OldLAI$  (zapamiętany w stacji przed wyłączeniem) to w VLR zmieniany jest znacznik stanu terminala (OFF->ON).
  - Jeśli  $LAI \neq OldLAI$  to w VLR zmieniany jest znacznik stanu terminala (OFF->ON) i  $OldLAI \rightarrow LAI$
  - Jeśli  $LAI \neq OldLAI$  i  $MSCA \neq OldMSCA$  to w nowym MSCA zakładany jest rekord VLR, zmieniany jest znacznik stanu terminala (OFF->ON) i  $OldLAI \rightarrow LAI$ . W starym MSC usuwany jest rekord abonenta z VLR.





- Wyłączanie telefonu
- Problemy zachowania spójności
  - Miejsce wyłączenia- sygnał może być nieodebrany
  - Szybki rozpad aparatu na części
- Rozwiązanie – okresowe potwierdzanie stanu czuwania

### PRZEJŚCIE ZE STANU WŁĄCZONEGO DO WYŁĄCZONEGO

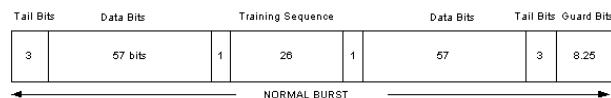
- Automatyczne wysłanie wiadomości z prośbą o odłączenie od systemu.
- W VLR zmieniany jest znacznik z ON na OFF.
- Od tej pory żadne sygnały nie są przesyłane do stacji

### OKRESOWE POTWIERDZENIE STANU CZUWANIA

- System może nie odebrać informacji o chęci odłączenia od systemu
- Stacja ruchoma ma co pewien czas zgłaszać gotowość do przyjmowania rozmów
- Jeśli system nie otrzyma w przewidywanych odstępach czasu komunikatu od stacji ruchomej, uznaje ją za wyłączoną.



- Połączenie technik FDMA i TDMA
- Kanały częstotliwościowe i szczeliny czasowe
- Raporty pomiarowe
  - Utrata sygnału przy oddalaniu się od stacji
  - Pogorszenie warunków propagacji w ramach jednej stacji
- Budowa ramki
- Transmisja



Każda ze stacji bazowych dysponuje wiązką kanałów częstotliwościowych, z których każda jest podzielona jest na 8 szczelin czasowych. Wybrana szczelina czasowa lub pół szczeliny czasowej na określonym kanale częstotliwościowym stanowi kanał rozmowny. Podczas rozmowy wysyłane są do sieci raporty o mocy sygnału z pobliskich stacji bazowych. Analizując te pomiary, sterownik stacji bazowych może:

- przełączyć na inną stację bazową – roaming,
- przyznać inną częstotliwość w ramach tej samej stacji bazowej – rescue handover.

Budowa ramki GSM (148 bitów)

- 3 bity dopełnienia
- 57 bitów danych
- 1 bit flagi
- 26 bitów uczących
- 1 bit flagi
- 57 bitów danych
- 3 bity dopełnienia



### Jadzia(A) dzwoni do Wacława(B)

- Wyszukiwanie: Telefon(A)->BTS(A)->BSC(A)->MSC(A)->HLR(B)->MSC-VLR(B)->BSC(B)->BTS(B)->Telefon(B)
- Rozmowa: Telefon(A)->BTS(A)->BSC(A)->MSC(A)->MSC(B)->BSC(B)->BTS(B)->Telefon(B)



Telefon Jadzi (A) zgłasza do stacji BTS(A) żądanie połączenia z Wackiem(B). Dociera ono do sterownika BSC(A) i centrali MSC(A).

MSC(A) wysła zapytanie do HLR o lokalizację użytkownika B. HLR zwraca identyfikator MSC(B) Wacława gdzie przesyłane jest żądanie zestawienia połączenia. MSC(B) sprawdza w VLR, identyfikator LAI telefonu Wacława (B). Wszystkie stacje w tym obszarze przywołań otrzymują polecenie wysyłania komunikatów wyszukujących telefon B. Komórka BTS(B), w której Wacław się zgłosił informuje MSC(B) i zestawione zostaje połączenie między abonentami

Po zakończeniu rozmowy zostanie wysłany komunikat Call Data Record, niosący informację taryfikacyjną.



- SMS
  - Podstawowe parametry
  - Mnogość usług
- EMS
  - Możliwości multimedialne
  - Zgodność z SMS
- MMS
  - Zawartość
  - Metoda transmisji

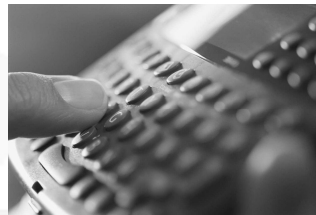


- SMS - krótka wiadomość tekstowa (do 160 znaków).
- EMS - który umożliwia dołączanie do wiadomości SMS grafiki (w formacie WBMP), animacji oraz melodyjki predefiniowanych efektów dźwiękowych. Możliwe jest również także podstawowe formatowanie tekstu.
- MMS – wiadomość multimedialna wysyłana w oparciu o GPRS do centrum wiadomości multimedialnych, a potem do telefonu odbiorcy.



Jadzia(A) wysyła SMS do Wacława(B)

- Wyszukiwanie: Telefon(A)->BTS(A)->BSC(A)->MSC(A)->HLR(B)->MSC-VLR(B)->BSC(B)->BTS(B)->Telefon(B)
- SMS: Telefon(A)->BTS(A)->BSC(A)->MSC(A)->SMSC->MSC(B)->BSC(B)->BTS(B)->Telefon(B)



Architektura i działanie systemu GSM(21)

Jadzia wysyła SMS, dociera on do sterownika BSC(A) i centrali MSC(A), a następnie do SMSC. MSC(A) wysyła zapytanie do HLR o lokalizację użytkownika B. HLR zwraca identyfikator MSC(B) Wacława, gdzie wysłana jest wiadomość. MSC(B) sprawdza w VLR, identyfikator LAI telefonu Wacława (B). Wszystkie stacje w tym obszarze przywołań otrzymują polecenie wysyłania komunikatów wyszukujących telefon B. Komórka BTS(B), w której Wacław się zgłosił informuje MSC(B) i SMS zostaje mu przesłany.



- Początki transmisji w GSM – 9600 bodów
- Osiągane przepustowości
- Możliwe zastosowania
- System taryfikacji
- Wyparcie przez nowocześniejsze technologie

Standard HSCSD (ang. High Speed Circuit Switched Data) to w zasadzie pierwszy standard szybkiej bezprzewodowej transmisji w sieciach telefonii komórkowej. Pozwala on na łączenie ze sobą kilku kanałów sieci GSM 900/1800 w celu uzyskania wyższej wartości transferu danych. Standard ten oferuje przyzwoity komfort korzystania z Internetu, nadaje się do przeglądania niewielkich witryn WWW czy przesyłania poczty elektronicznej. Osiągane wartości przepływu danych są tutaj rzędu 57,6 – 115,2 kb/s.



- Oparcie o protokół IP
- Osiągane przepustowości
- Korzystny system taryfikacji
- Możliwe zastosowania
  - Transmisja danych w teledynamice
  - Systemy nawigacyjne i wbudowane
  - Dostęp do Internetu
  - Możliwości multimedialne

Standard GPRS, czyli General Packet Radio Service jest technologią, który wprowadza pakietową transmisję danych w sieci GSM w oparciu o protokół internetowy IP. Pakietowy sposób przesyłania informacji oznacza, że użytkownicy mogą być połączeni z Internetem w sposób permanentny, a wysyłać i odbierać dane tylko wtedy, kiedy zachodzi taka rzeczywista potrzeba. Pozwala to na pominięcie krytycznego pod względem czasu i zawodnego procesu łączenia się, a użytkownik nie ponosi również kosztów transmitowania ciszy.

Istotną zaletą połączeń pakietowych standardu GPRS jest sposób odczuwania skutków przeciążeń sieci od strony użytkowej - objawia się ono tylko zmniejszeniem przepływności połączeń, a nie blokowaniem dostępu lub wręcz zerwaniem istniejącego połączenia - tak jak dzieje się to w tradycyjnych połączeniach GSM.



- Technologia generacji 2,5
- Osiągane przepustowości
- Możliwe zastosowania
  - Transmisja danych w teledzieleniu
  - Systemy sieciocentryczne
  - Szybkie przeglądanie stron WWW
  - Możliwości multimedialne

Standard EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*) to system transmisji danych wykorzystujący sieci komórkowe, który oferuje duże możliwości w zakresie szybkości przesyłu danych. Maksymalne prędkości osiągnięte przy wykorzystaniu tego systemu sięgają nawet 384 kb/s.

Transfery, jakie zapewnia ta technologia pozwalają nawet na przesyłanie ruchomego obrazu, a więc umożliwiają obsługę multimedialnych dla urządzeń mobilnych wszelkiego typu.

Dodatkowo, przeglądanie witryn internetowych staje się o wiele bardziej komfortowe niż w przypadku wolniejszych technologii.

Możliwe jest również w miarę szybkie przesyłanie większych pakietów danych, a co za tym idzie możliwości przetwarzania i wymiany informacji poprzez zaawansowane aplikacje na urządzenia przenośne stają się znacznie większe.

Do wad tej technologii zaliczyć można spadek prędkości transmisji wraz ze wzrostem odległości od stacji bazowej GSM.

W dniu dzisiejszym technologia EDGE stanowi rozwiązanie przejściowe pomiędzy telefonią 2 generacji (GSM) a UMTS-em, i zanim UMTS na dobre opanuje rynek, przez długi czas będzie najwydajniejszym, a zarazem dość tanim standardem łączności bezprzewodowej.





- Technologia 3 generacji
- Koncepcja i architektura systemu
- Osiągane przepustowości
- Mnogość usług
  - Transmisja danych
  - Usługi multimedialne (filmy, muzyka, serwisy informacyjne)
- Dostępność i pokrycie

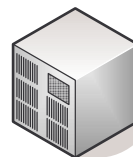
Standard UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) to nowa, wchodząca na rynek technologia bezprzewodowej transmisji danych. Oferuje ona szereg usług, takich jak połączenia głosowe, przesyłanie danych, połączenia wideofoniczne.

Transfery będą się kształtować w przedziale od 144 kb/s do 2 Mb/s. Jej koncepcja opiera się o hierarchię komórek o zmiennej gęstości abonentów i różnym zasięgu. Stosowane będą tzw. pikokomórki obejmujące pojedyncze pomieszczenia i budynki. Większe mikrokomórki instalowane będą w zespołach budynków i kwartałach mieszkaniowych, a makrokomórki obejmować będą całe miasta.

W obszarach o małej gęstości zaludnienia oraz o słabym stopniu rozwinięcia infrastruktury komunikacyjnej, transmisja sygnału odbywać się będzie drogą satelitarną.



- Autentykacja karty SIM (AuC)
  - Podpis elektroniczny SRES
  - Klucz szyfrujący Kc
  - Przesyłanie danych i weryfikacja
- Sprawdzenie aparatu
  - Numer IMEI
  - Weryfikacja w rejestrze EIR
  - Możliwości i problemy



Centrum Autentykacji jest modułem związanym z rejestrem macierzystym HLR. Przy próbie załogowania się użytkownika do sieci w AuC generowana jest liczba losowa R. Na jej podstawie oraz na podstawie klucza Ki algorytmy szyfrujące A3 i A8 generują odpowiednio podpis elektroniczny SRES i klucz szyfrujący Kc, które razem z liczbą R przesyłane są do centrali MSC, a liczba R dalej do telefonu komórkowego. Algorytmy A3 i A8 zapisane na karcie SIM na podstawie zapisanego tam klucza Ki i nadesłanej liczby losowej R generują również podpis elektroniczny SRES i klucz szyfrujący Kc. Podpis SRES jest przesyłany do centrali MSC i porównywany z tym wygenerowanym przez system. W przypadku ich zgodności telefon jest dopuszczony do systemu, a klucze Kc służą do szyfrowania transmisji bezprzewodowej.

Rejestr identyfikacji wyposażenia zawiera dane wszystkich aparatów (stacji ruchomych) pracujących w systemie. Numer IMEI telefonów są pamiętane na trzech listach, czarnej, białej i szarej. Tylko telefony z białej listy są dopuszczane do systemu i jego zasobów. Rejestr EIR znakomicie nadaje się do blokowania skradzionych aparatów, niestety możliwość zmiany numeru IMEI w telefonie omija to zabezpieczenie.



### Funkcje Centrum OMS

- Przechowywanie i edycja danych o abonentach
- Generowanie statystyk
- Taryfikacja usług w sieci
- Lokalizacja uszkodzeń i ewentualne rozwiązywanie problemów
- Analiza ruchu w sieci i jego obciążenia



Zespół eksploatacji i utrzymania pozwala na konfigurację i administrowanie systemem. Pozwala na lokalizowanie i ewentualne usuwanie uszkodzeń, generowanie statystyk i zbiera dane taryfikacyjne. Stanowi również interfejs dla wszystkich pracowników zajmujących się klientami, służący do wprowadzania, usuwania i zmiany danych o abonentach.



Dziękuję za uwagę