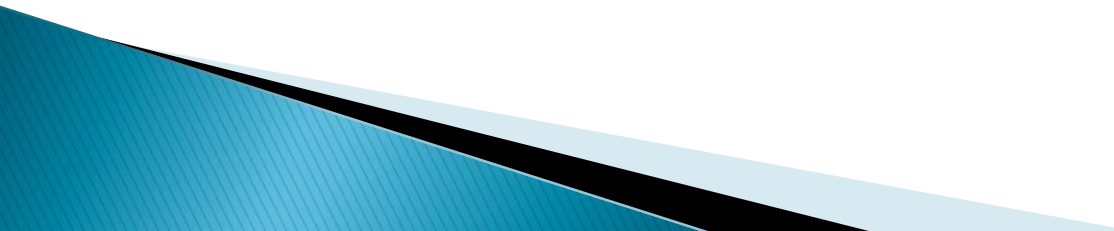


Systemy GSM

Wykład 7 Technologie na urządzenia mobilne

Wojciech Świtała
wojciech.switala@cs.put.poznan.pl
<http://www.cs.put.poznan.pl/~wswitala>

Plan wykładu

- ▶ Wprowadzenie do systemów GSM
 - ▶ Architektura systemu GSM 900
 - ▶ Transmisja danych w systemie GSM 900
 - ▶ Porównanie systemów GSM
 - ▶ Zastosowania systemów GSM
- 

Bibliografia

- ▶ <http://pl.wikipedia.org/wiki/GSM>
- ▶ <http://www.umts-forum.org/>
- ▶ „Systemy radiokomunikacji ruchomej”
Krzysztof Wesółowski

Wprowadzenie do systemów GSM

Historia GSM

- ▶ 1982r. – Groupe Special Mobile (CEPT)
- ▶ 1984r. – Komisja Europejska zatwierdziła projekt
- ▶ 1987r. – Memorandum of Understanding – 15 operatorów zobowiązało się zaimplementować technologię GSM
- ▶ Global System for Mobile communications (GSM 900)
- ▶ 1989r. – ETSI przejęło pieczę nad standardem
- ▶ 1990r. – GSM 1800
- ▶ 1997r. – GPRS
- ▶ 2003r – 3G ogłoszone w standardzie IMT2000

Częstotliwości

| Nazwa fal | Skrót | Częstotliwość | Długość | Nazwa angielska | Skrót angielski |
|---------------------|-----------|---------------|------------------|--------------------------|-----------------|
| | | 3-30 Hz | 10-100 tys. km | Extremely low frequency | ELF |
| | | 30-300 Hz | 1-10 tys. km | Super low frequency | SLF |
| | | 300-3000 Hz | 100-1000 km | Ultra low frequency, | VF, ULF |
| fale bardzo długie | | 3-30 kHz | 10-100 km | Very low frequency | VLF |
| fale długie | Dł, DF, D | 30-300 kHz | 1-10 km | Low frequency | LF |
| fale średnie | Śr, ŚF, Ś | 300-3000 kHz | 100-1000 m | Medium frequency | MF |
| fale krótkie | KF, KR, K | 3-30 MHz | 10-100 m | High frequency | HF |
| fale ultrakrótkie | UKF | 30-300 MHz | 1-10 m | Very high frequency | VHF |
| fale decymetrowe | VKF | 300-3000 MHz | 100-1000 mm | Ultra high frequency | UHF |
| fale centymetrowe | | 3-30 GHz | 10-100 mm | Super high frequency | SHF |
| fale milimetrowe | | 30-300 GHz | 1-10 mm | Extremely high frequency | EHF |
| fale submilimetrowe | | 300-3000 GHz | 100-1000 μ m | | |

Częstotliwości

- ▶ Telewizja naziemna 40 ÷ 220 MHz
- ▶ Telewizja kablowa 110 ÷ 862 MHz
- ▶ ISM 433–434 MHz
- ▶ GSM 900
 - W górę 890 ÷ 915 MHz
 - W dół 935 ÷ 960 MHz
- ▶ ISM 902 ÷ 928 MHz
- ▶ GSM 1800
 - W górę 1710 ÷ 1785 MHz
 - W dół 1805 ÷ 1880 MHz
- ▶ UMTS
 - W górę 1920 ÷ 1980 MHz
 - W dół 2110 ÷ 2170 MHz
- ▶ ISM 2400 ÷ 2500 MHz

ISM – industrial, scientific and medical (ISM)

Systemy GSM

- ▶ 1G
 - NMT 450
- ▶ 2G (GSM)
 - GSM 450
 - GSM 900
 - GSM 1800
- ▶ 3G (IMT-2000)
 - W-CDMA (UMTS-Universal Mobile Telecom. System)
 - TD-CDMA / TD-SCDMA
 - CDMA-2000

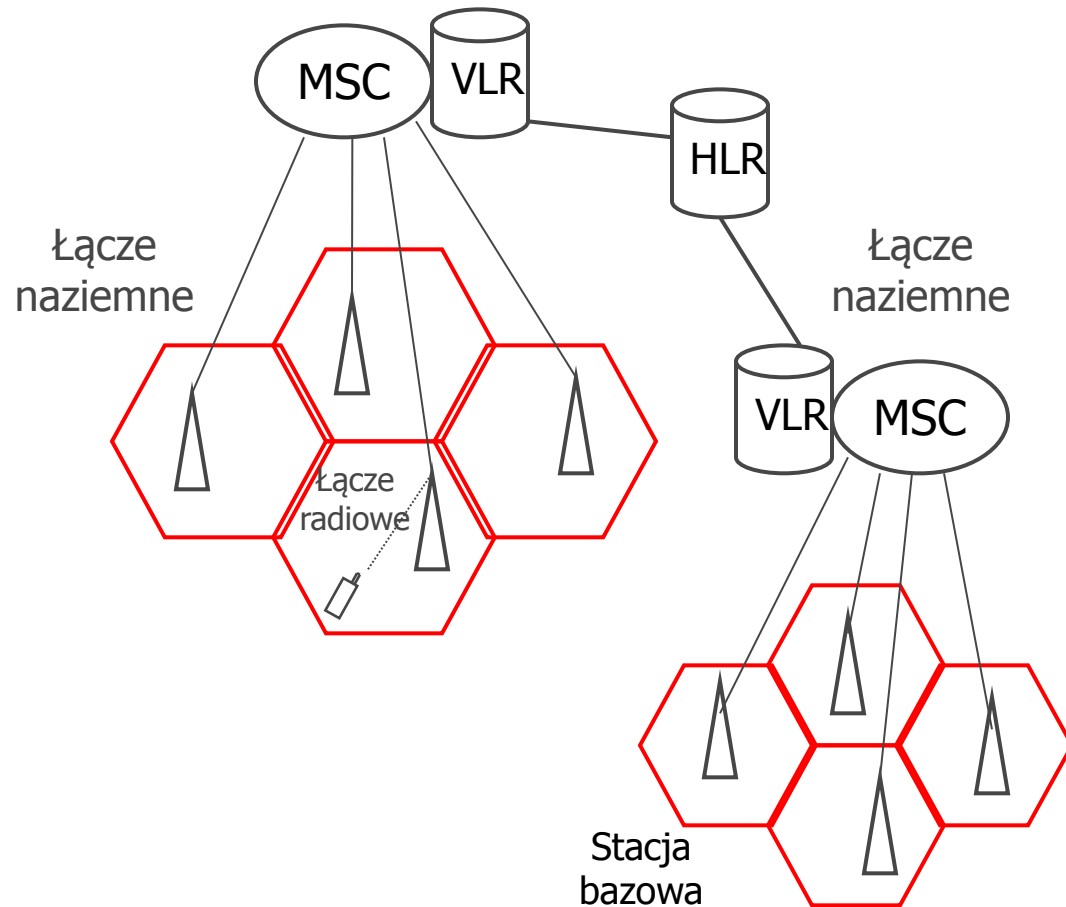
Architektura systemu GSM 900

Dlaczego telefonia komórkowa?

- ▶ MSC – Mobile Switching Centre
- ▶ VLR – Visitor's Location Register
- ▶ HLR – Home Location Register

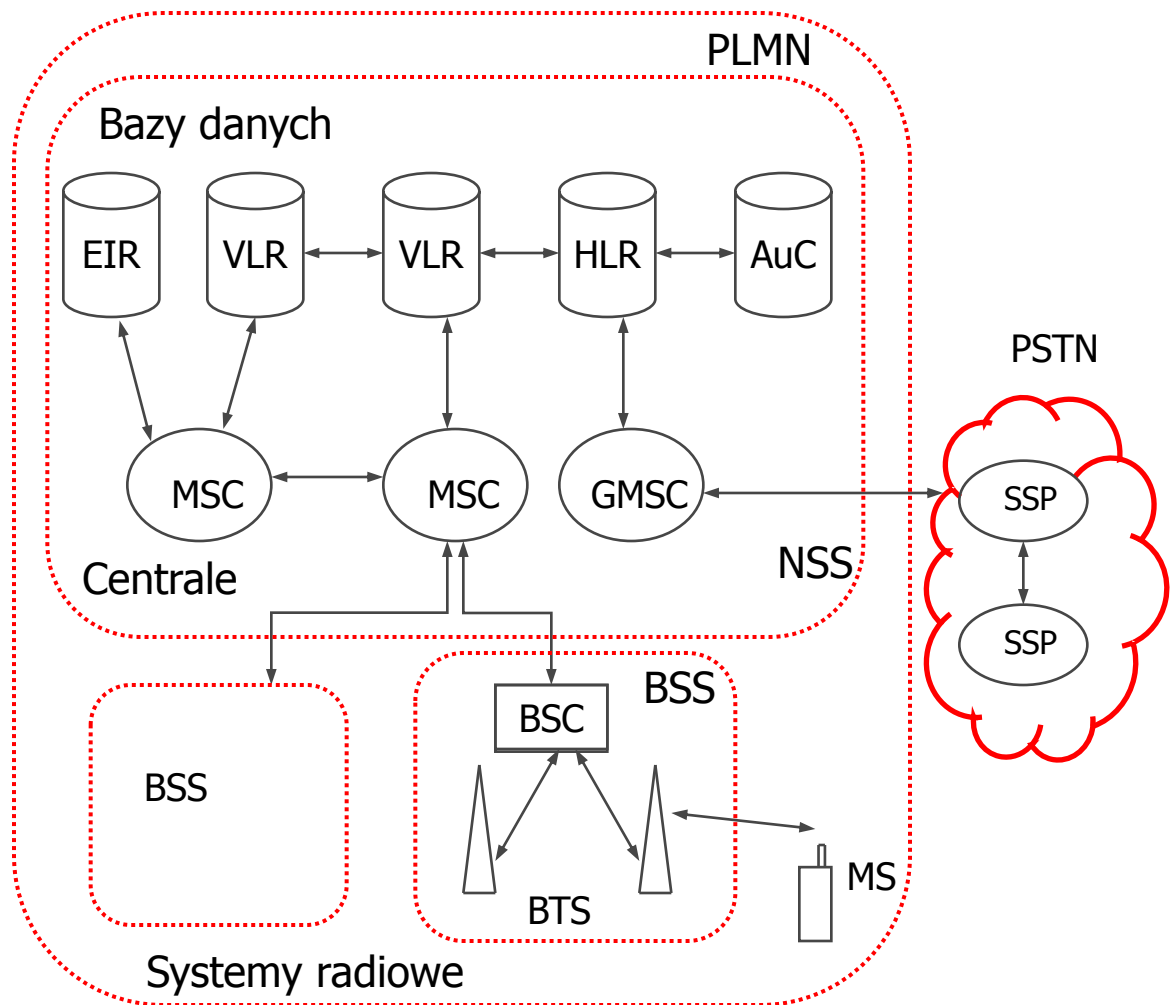
Komórki heksagonalne?

- ▶ Pełne pokrycie przestrzeni
- ▶ Łatwy podział na 2,3,6-sektorów
- ▶ „Dość dobra” aproksymacja koła



Warstwy systemu GSM

- ▶ NSS – Network and Switching Subsystem
- ▶ EIR – Equipment Identity Register
- ▶ AuC – Authentication Center
- ▶ GMSC – Gateway MSC
- ▶ BSS – Base Station System
- ▶ BSC – Base Station Controller
- ▶ BTS – Base Transceiver Station
- ▶ MS – Mobile Station
- ▶ SSP – Service Switching Point



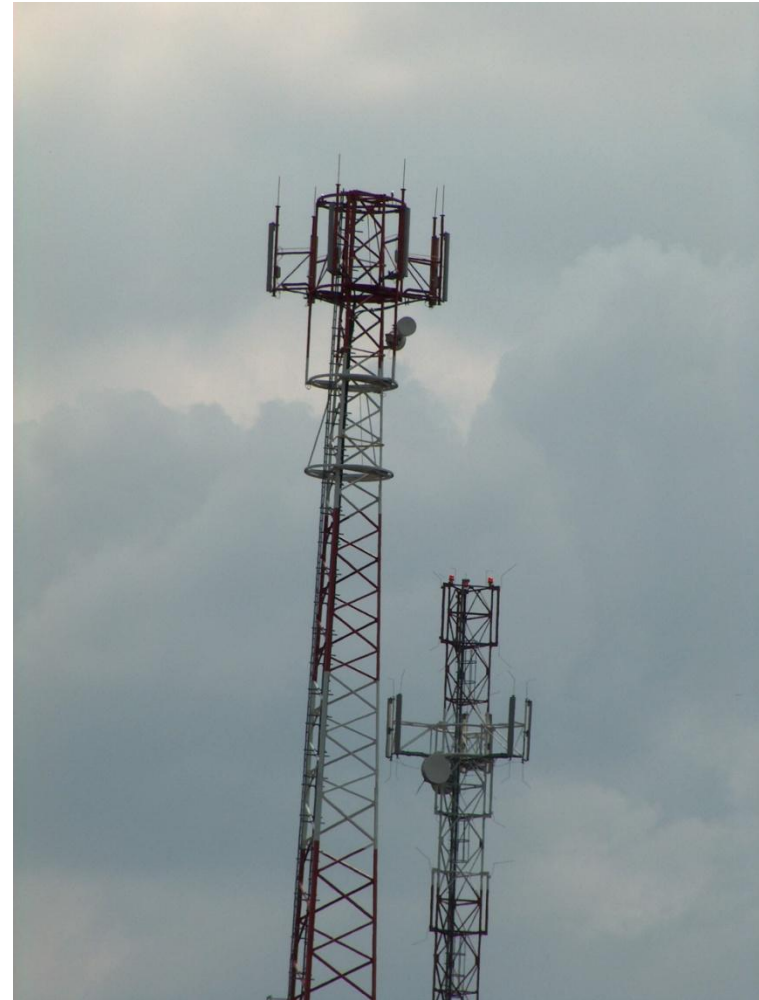
Mobile Station

- ▶ Przenośny lub montowany na pojazdach aparat
- ▶ Unikatowo identyfikowalny przez IMEI (International Mobile Equipment Identity)
- ▶ Transmisja głosu i danych
- ▶ Nieprzerwanie monitoruje moc i jakość sygnału sąsiadujących stacji bazowych
- ▶ Poziom emitowanej mocy: $0.8 \div 20$ W
- ▶ Karta SIM
 - International Mobile Subscriber Identity (IMSI)
 - Chroniona przez PIN
 - Zakodowane informacje dostępowe do sieci
 - Klucze K_i, K_c oraz algorytmy A3, A5 and A8

Base Station

- ▶ **Base Transceiver Station (BTS)**
 - Koduje, multipleksuje, moduluje i zasila sygnałem RF anteny nadawcze
 - Komunikuje się z MS oraz BSC
 - Składa się z modułów nadawczo–odbiorczych TRX
 - Poziom mocy – $10 \div 320\text{W}$ (statystycznie 40W)
- ▶ **Base Station Controller (BSC)**
 - Zarządza zasobami BTS
 - Steruje mechanizmem „hand-over” dla MS
 - Steruje poziomem mocy
 - Komunikacja z MSC i BTS

Przykładowa stacja bazowa



Przykładowa stacja bazowa



Stacje bazowe w mieście

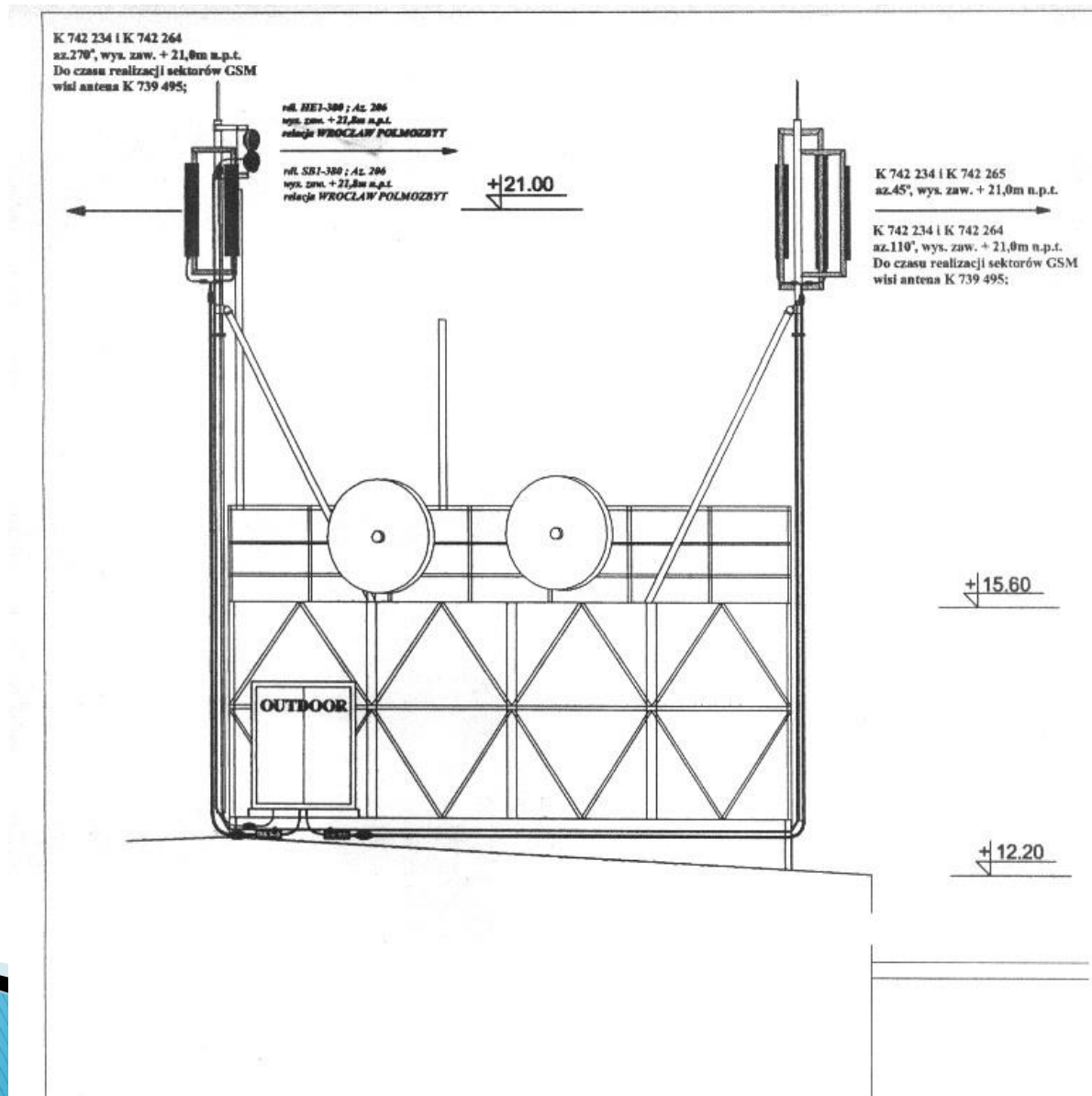
Heksagonalne komórki niemożliwe do zrealizowania!!!

- ▶ Ochrona środowiska
 - Polska Norma: $S > 0,1 \text{ W/m}^2$
 - Norma w USA: $S > 7 \text{ W/m}^2$
- ▶ Protesty mieszkańców
 - $320 \text{ W}/(100 \text{ m})^2$ vs $1 \text{ W}/(0,1 \text{ m})^2$
- ▶ Odbicia sygnału radiowego od budynków
- ▶ Duża liczba użytkowników

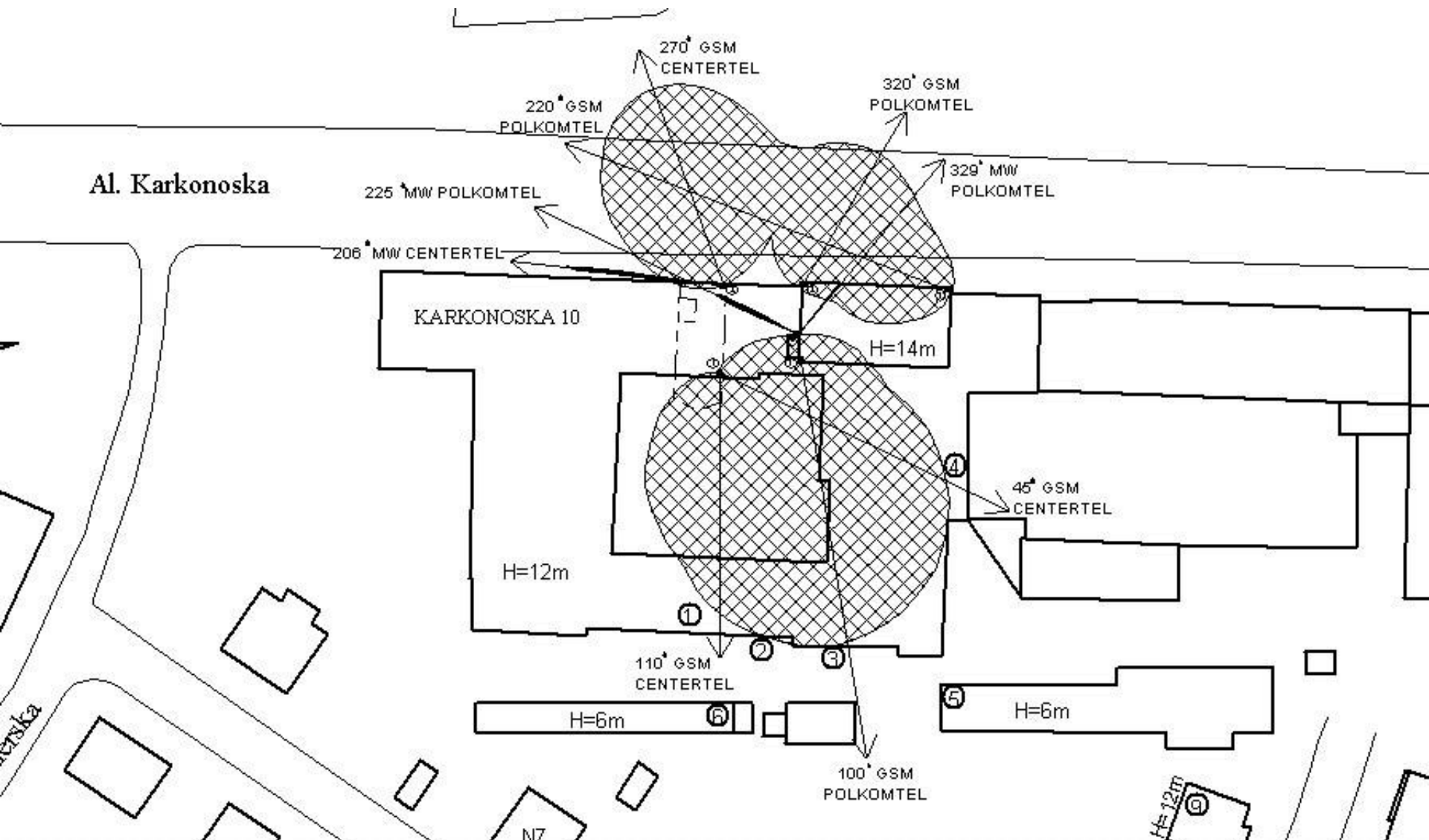
Przykładowa stacja w mieście



Przykładowa stacja w mieście

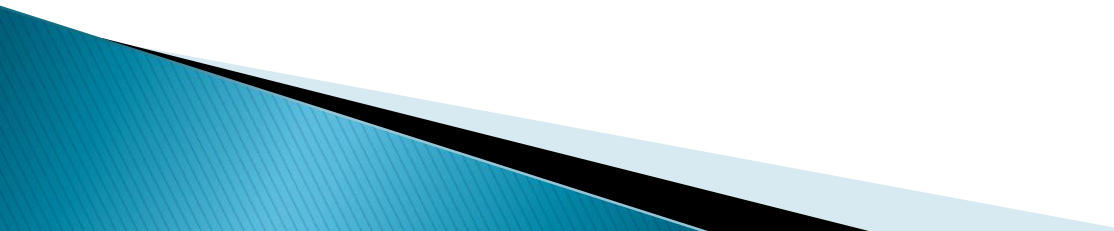


Rozkład pola E-M $S > 0,1 W/m^2$



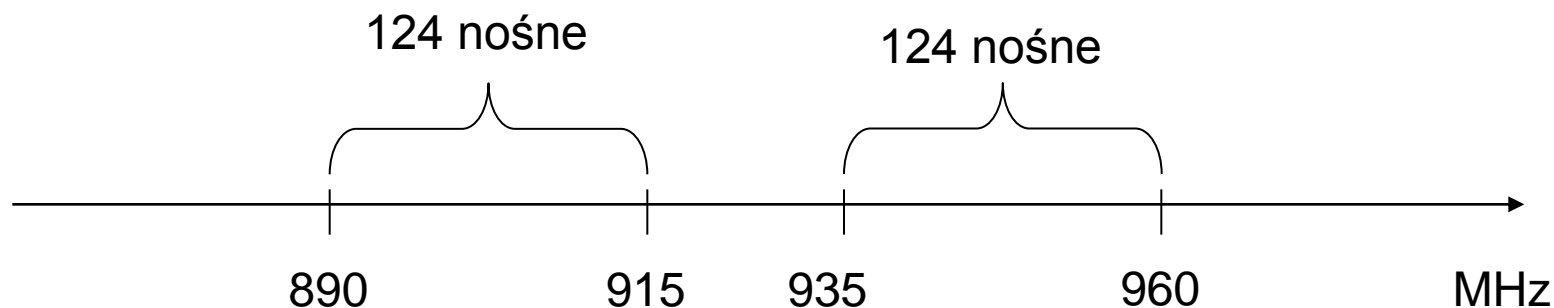
Transmisja danych w systemie GSM 900

Dostęp do sieci

1. Wyszukiwanie stacji bazowych (124 nośne, pomiar mocy)
 2. Wybór stacji bazowej i śledzenie 16-kanalów sąsiednich stacji
 3. Przydział kanału sterującego
 4. Proces połączenia i autoryzacja
 5. Zwolnienie kanału sterującego
 6. Transmisja danych i głosu
 7. Handover w przypadku zmiany stacji
- 

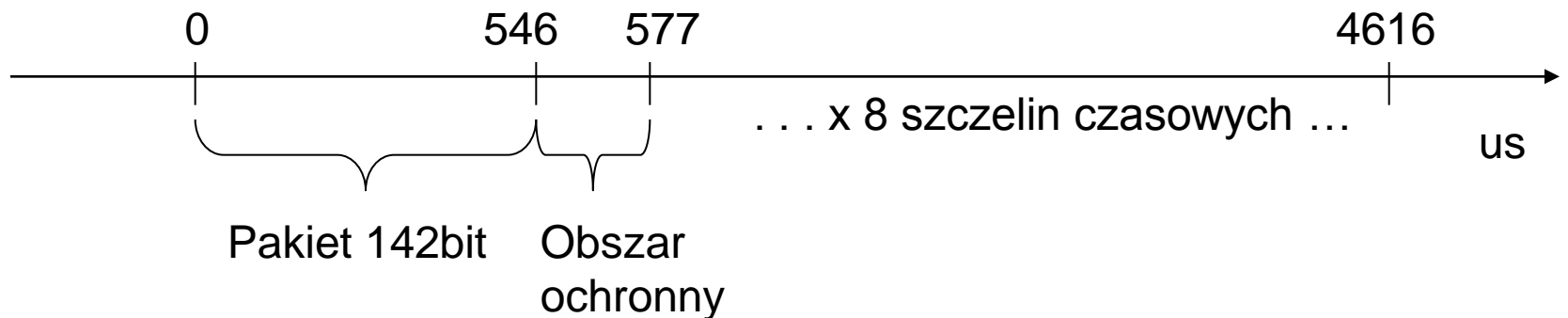
Struktura częstotliwościowa

- ▶ Dwa zakresy częstotliwości o szerokości 25 MHz (FDD–Frequency Division Duplex)
 - W górę 890÷915 MHz
 - W dół 935÷960 MHz
- ▶ Podział na 124 przedziały częstotliwościowe o szerokościach 200kHz (FDMA–Frequency Division Multiple Access)

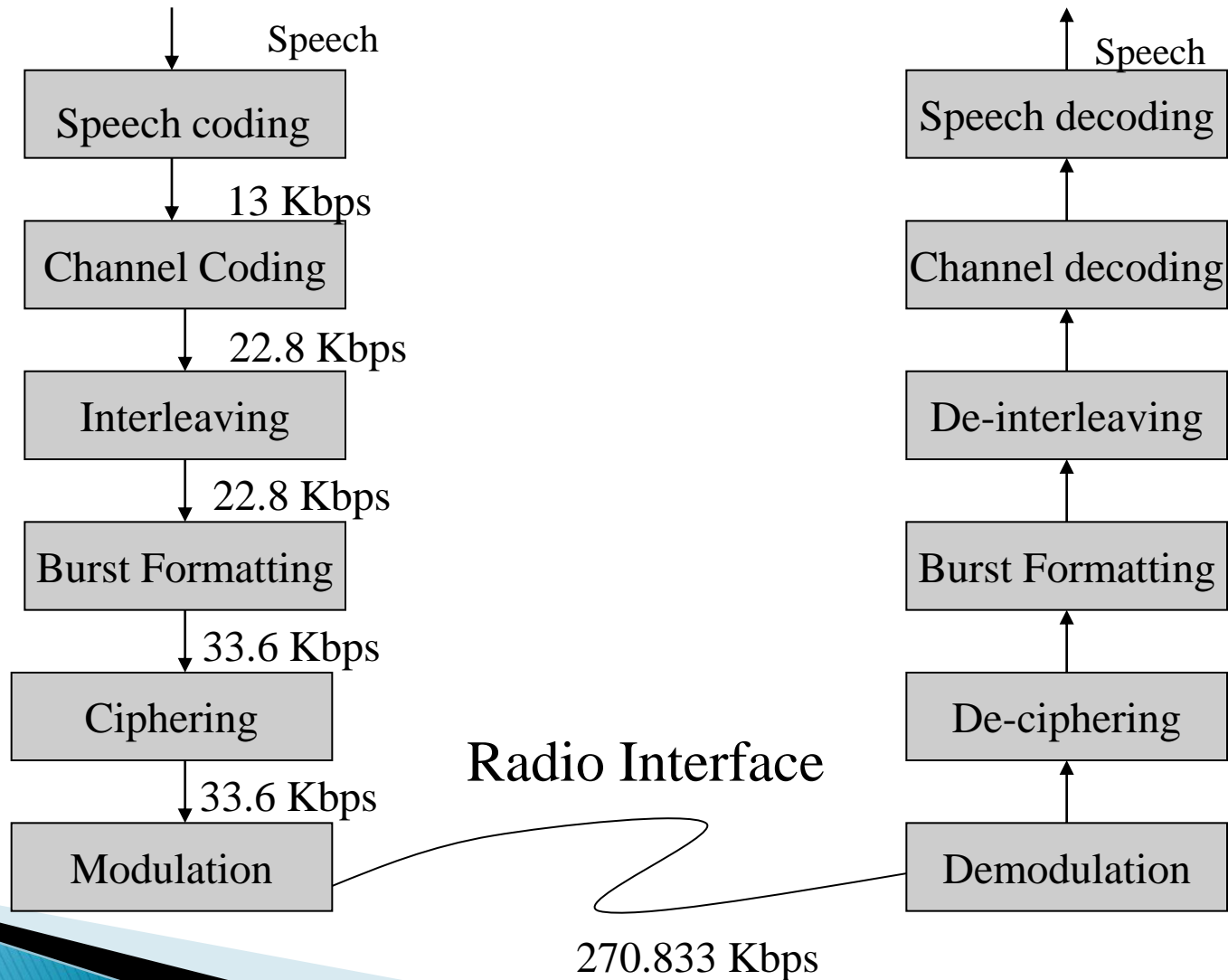


Struktura czasowa

- ▶ Każda para częstotliwości podzielona na 8 szczelin czasowych (przesunięcie o 3)
- ▶ Szczelina trwa 577us – 156,25bita
- ▶ Pakiet – 142 bity
- ▶ Różnica – obszar ochronny
- ▶ Modulacja GMSK – 270.833 Kbps



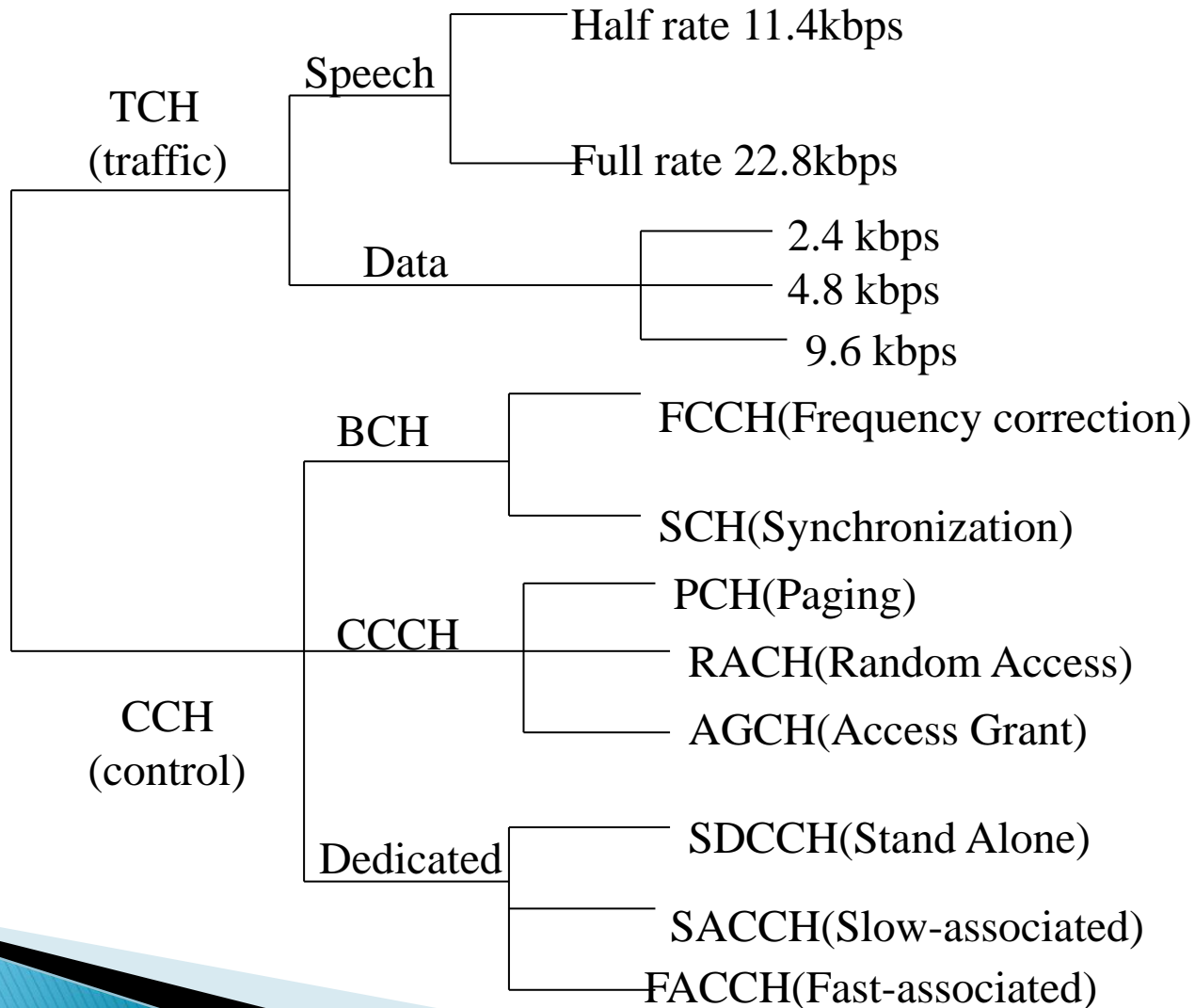
Warstwy transmisji danych



Struktura czasowa ramek

- ▶ Ramka = 8 szczelin: 4,616ms
- ▶ Wieloramka = 26 ramek: 120ms
- ▶ Superramka = 51 wieloramek: 6,12s
- ▶ Hiperramka = 2048 superramek:
 - 3h 28min 53s 760ms
 - Zerowanie zegara systemowego
 - Istotny dla algorytmu szyfracji danych

Kanały logiczne



Kanały sterujące

- ▶ Służą do:
 - logowania,
 - autoryzacji,
 - przesyłania informacji o sieci,
 - **transmisji wiadomości SMS**
- ▶ Zazwyczaj 1–2 kanały na stację bazową!

Kanały transmisyjne

- ▶ Transmisja danych lub głosu
- ▶ Przydzielane przez BSC
- ▶ Mogą być łączone w grupy dla zapewnienia większej przepływności (GPRS, EDGE)
- ▶ Kodowanie:
 - Dane
 - silne zabezpieczenia – 9,6kbps
 - Głos
 - Full-rate (RPE-LTP) 22,8 kbps
 - Half-rate(VSELP) 11,4 kbps
 - 3 grupy współczynników – ważne, mniej ważne, bardzo mało ważne

Porównanie systemów GSM

GSM900 / 1800

| Cecha | GSM 900 | GSM 1800 (DCS) |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Częstotliwości | 890-915 MHz 935-960 MHz | 1710-1785 MHz 1805-1880 MHz |
| Liczba kanałów | 992 (FR) 1984 (HR) | 2976 (FR) 5952 (HR) |
| Liczba częstotliwości | 124 | 374 |
| Odstęp dupleksowy | 45 Mhz | 95 Mhz |
| Maksymalna szybkość pojazdu | 250 km/h | 130km/h |

Możliwości transmisyjne

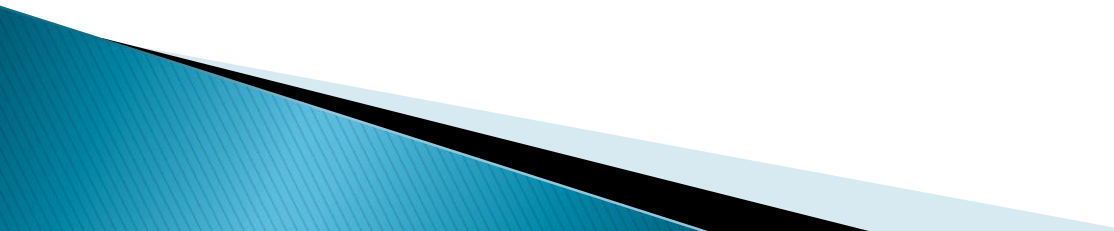
- ▶ 2G
 - GSM 900/1800
 - 9.6 Kbps
- ▶ 2.5 G
 - HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)
 - 76,8 Kbps (9,6 x 8 kbps)
 - GPRS (General Packet Radio service)
 - 14,4 – 115,2 Kbps
 - EDGE (Enhanced data rate for GSM Evolution)
 - 547,2 Kbps (max)
- ▶ 3 G
 - W-CDMA (Wide band CDMA)
 - 0,348 – 2,0 Mbps

Zastosowania systemów GSM

Zastosowania

- ▶ Telefonia mobilna
- ▶ Systemy telemetryczne
 - zarządzanie flotą
 - automatyczne pomiary
 - pomoc w sytuacjach kryzysowych
 - zdalne sterowanie i zgłaszanie awarii
- ▶ Value Added Services
 - „wyślij SMS pod numer”

Cechy współczesnych modułów GSM

- ▶ Dostępne gotowe rozwiązania
 - ▶ Karta SIM
 - ▶ Zasilanie
 - ▶ Antena
 - ▶ Niski pobór mocy
 - ▶ Często wbudowany mikrokontroler
 - ▶ Często dodatkowa funkcjonalność
- 

SIM508

- ▶ 34mm x 55mm x 3 mm
- ▶ Waga: 12g
- ▶ 900/1800/1900MHz
- ▶ Niski pobór mocy
- ▶ 2W @ GSM900MHz
- ▶ 1W @ GSM1800/GSM1900MHz
- ▶ Zasilanie: 3.4V –4.5V
- ▶ GSM/GPRS
 - GPRS multi-slot class 10/8
 - CSD do 14,4kbps
 - Zgodny z 2G oraz 2.5G
- ▶ GPS
 - 20 kanałowy
 - NMEA, SiRF



Telit GC864

- ▶ 850/900/
1800/1900 MHz
- ▶ Złącze SIM
- ▶ GPRS Class 10
- ▶ Zintegrowany stos TCP/IP
- ▶ Klient FTP i SMTP
- ▶ Interpreter PYTHONa
- ▶ Serial Port Multi Plexer (GSM 7.10)
- ▶ Zasilanie 3,4–4,2V



▶ **Dziękuję za uwagę!**

