

# Systemy GSM

Wykład 9


Projektowanie cyfrowych układów elektronicznych

Mgr inż. Łukasz Kirchner

[Lukasz.kirchner@cs.put.poznan.pl](mailto:Lukasz.kirchner@cs.put.poznan.pl)

<http://www.cs.put.poznan.pl/lkirchner>

# 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 $\mu$ 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



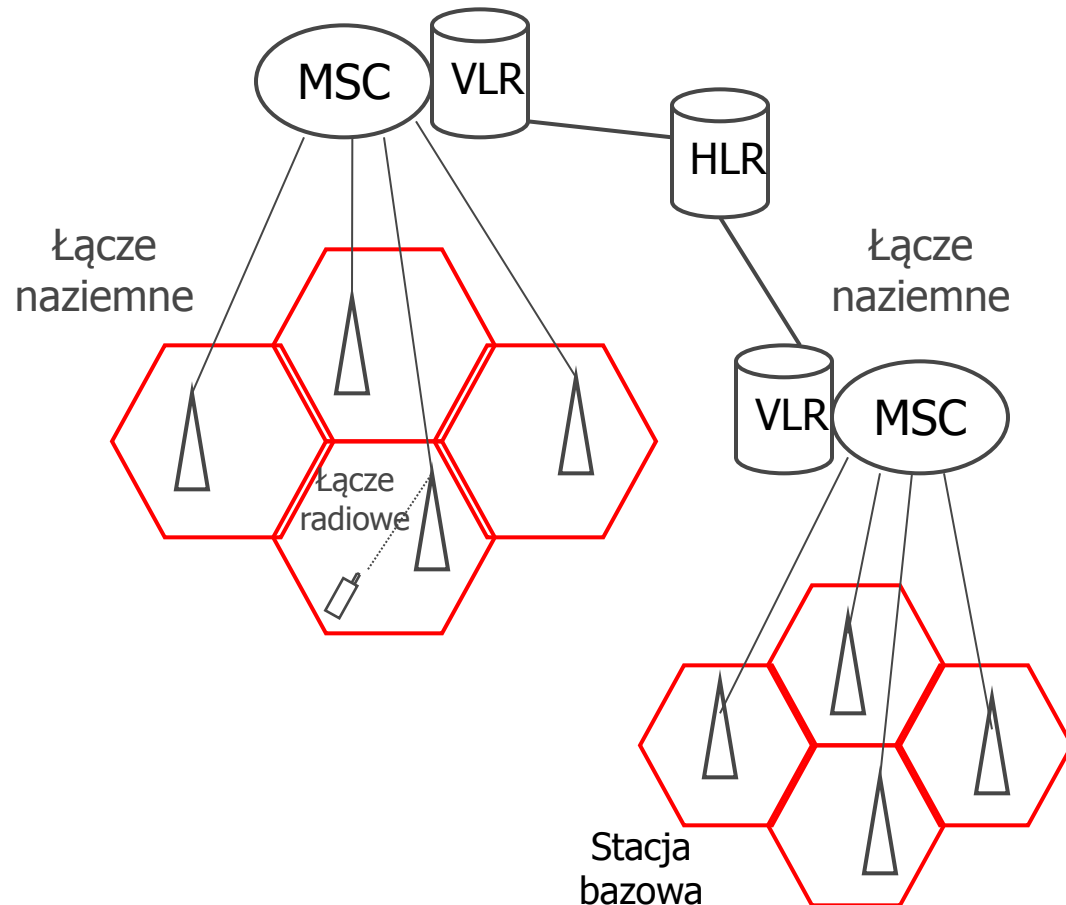
# Architektura systemu GSM 900

# Dlaczego telefonia komórkowa?

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

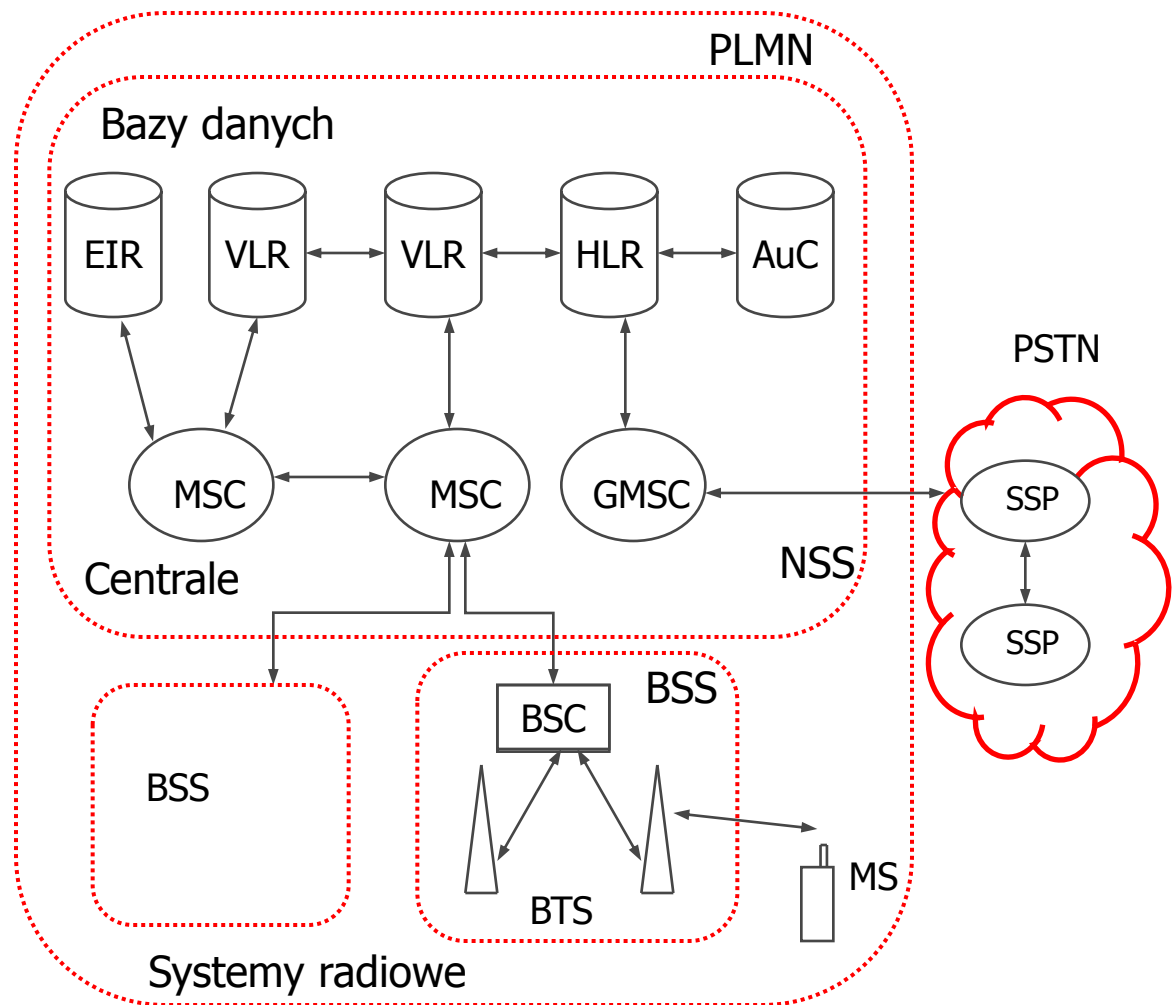
Komórki heksagonalne?

- ▶ 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 ÷ 320W (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

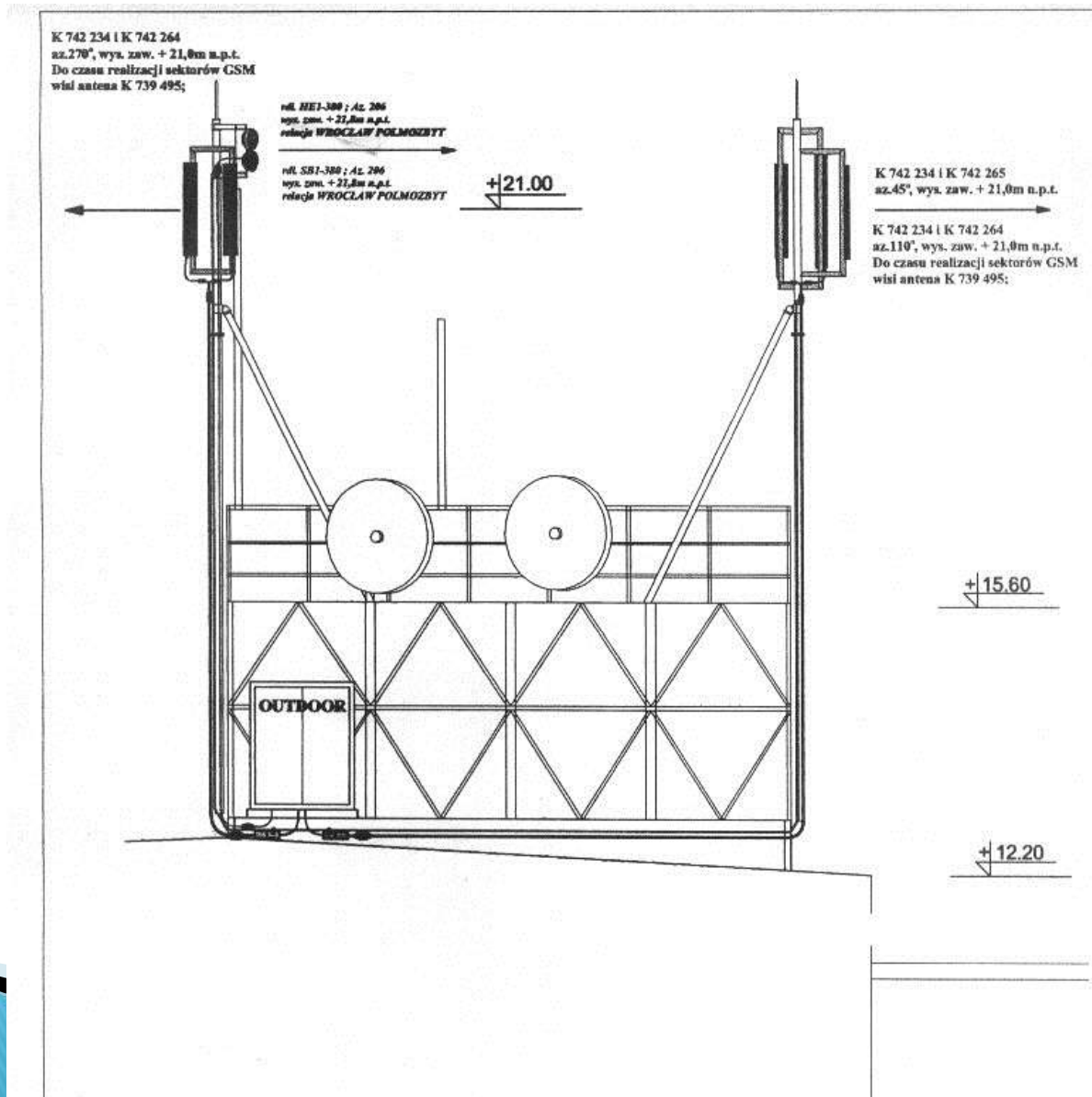
Heksagonalne komórki niemożliwe do zrealizowania!!!

- ▶ 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

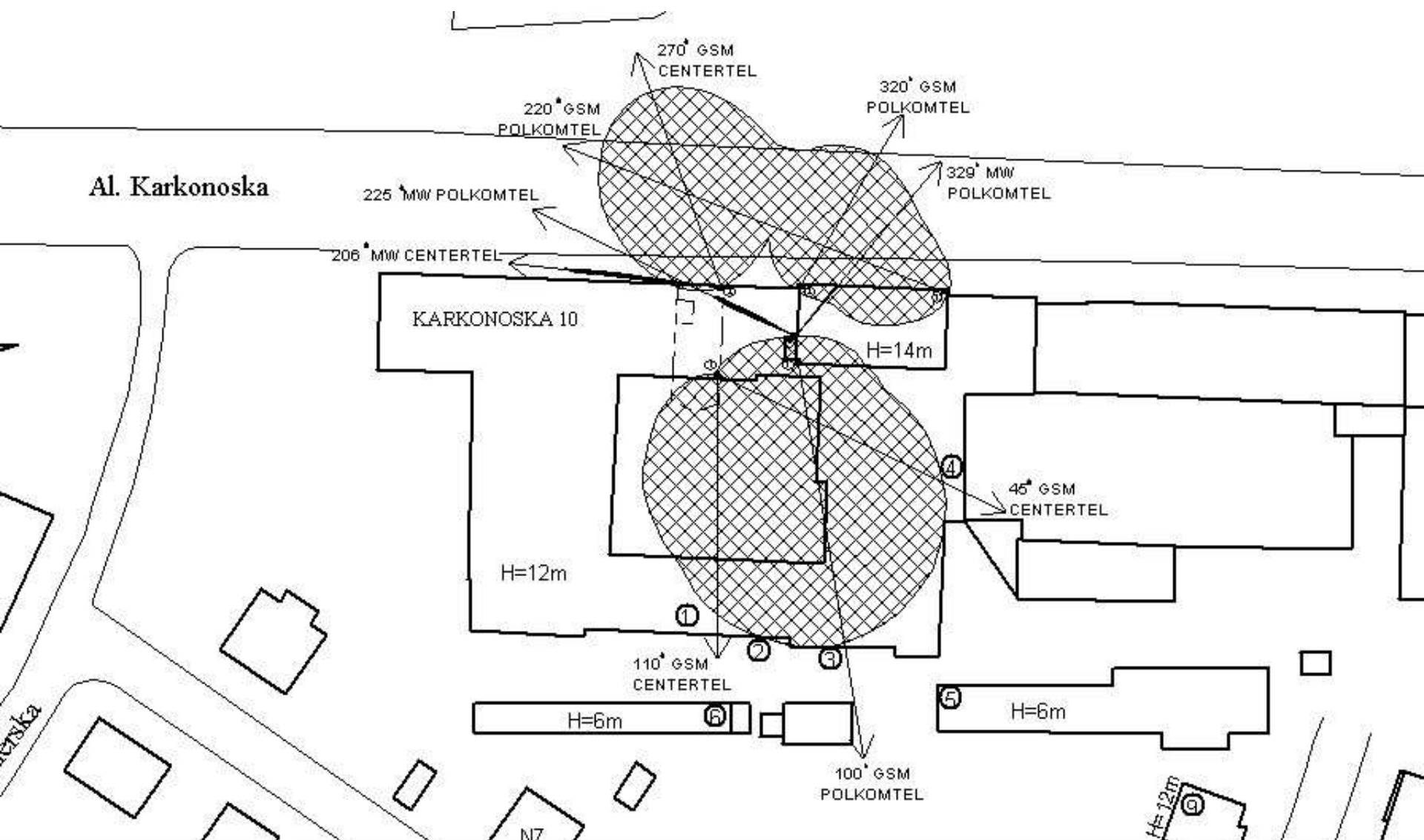
# Przykładowa stacja w mieście



# Przykładowa stacja w mieście




# Rozkład pola E-M $S > 0,1 W/m^2$



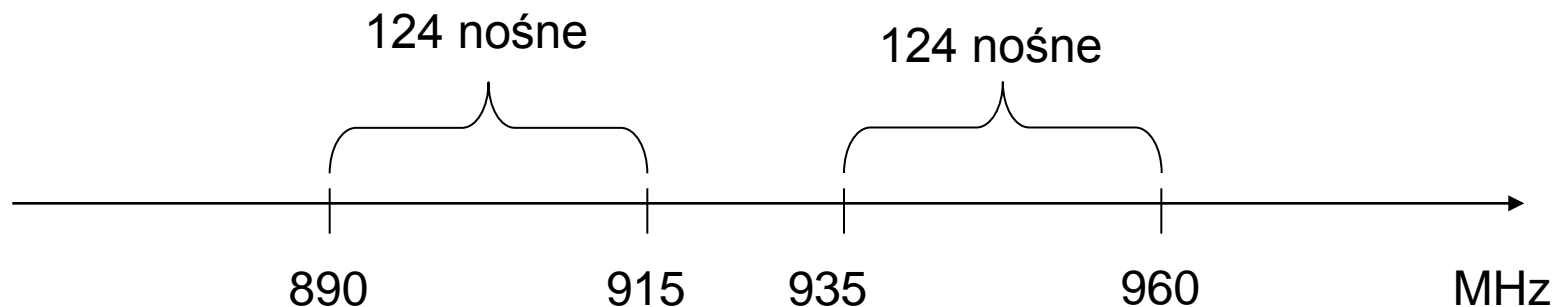
# Transmisja danych w systemie GSM 900

# 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
- 

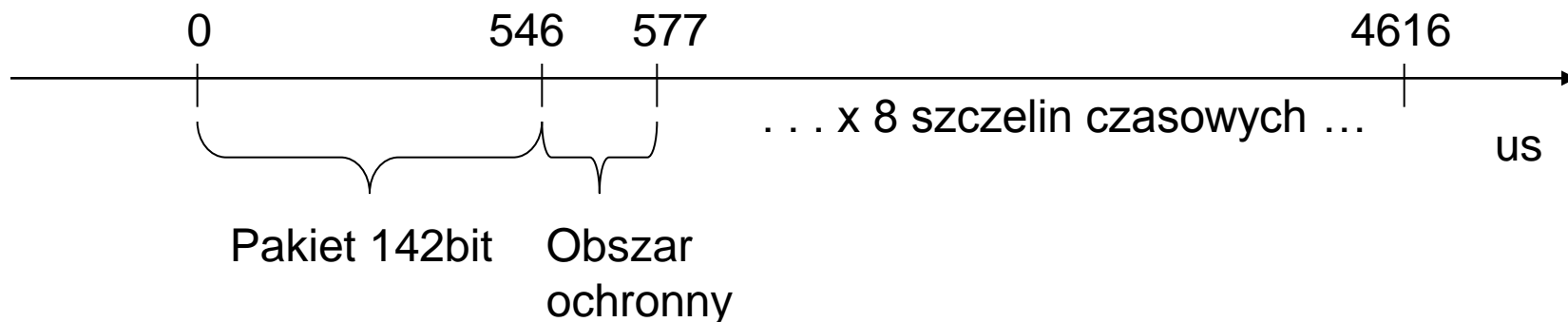
# Struktura częstotliwościowa

- ▶ 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)



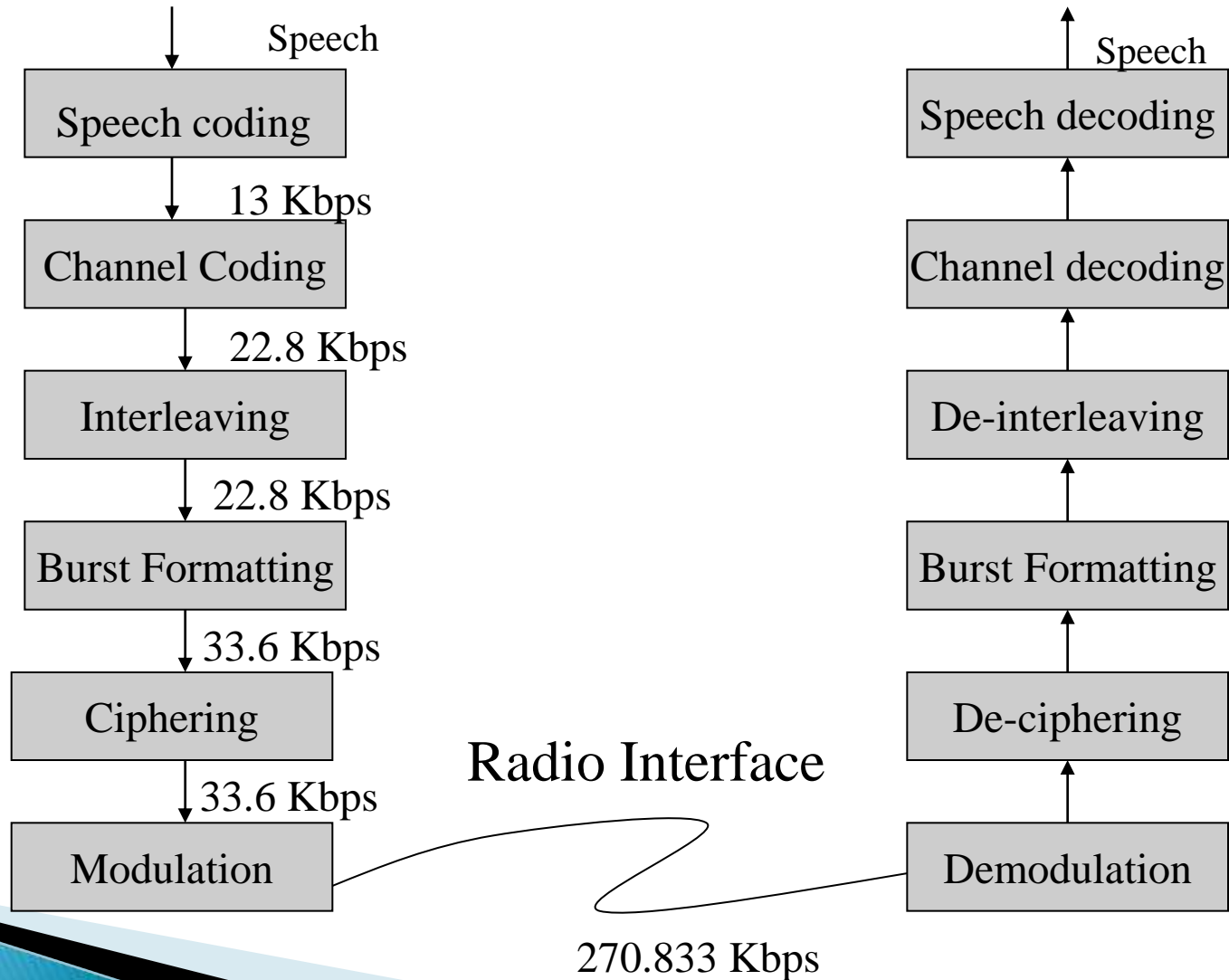
# Struktura czasowa

- ▶ 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





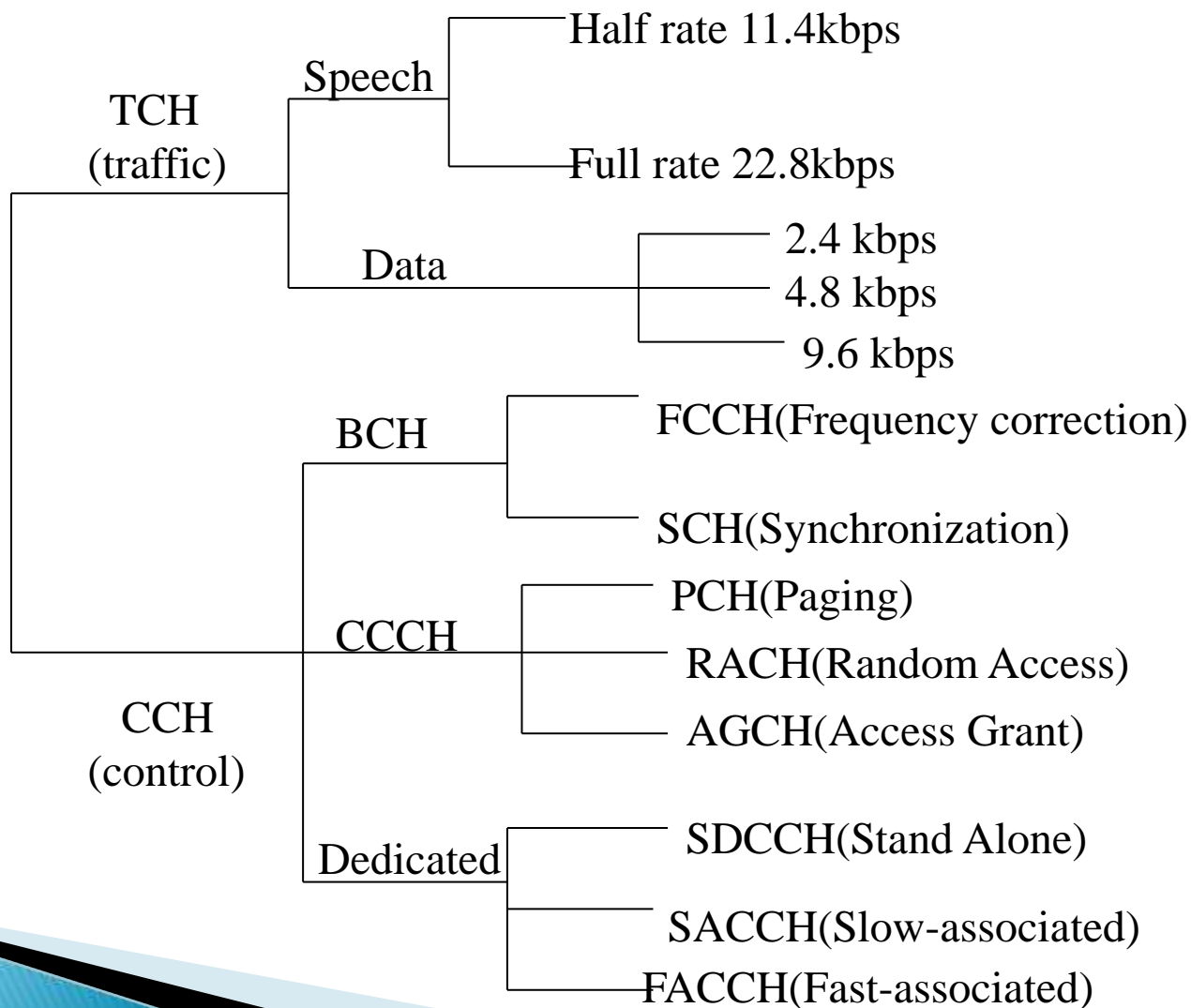
# Warstwy transmisji danych



# 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!**

