

Piotr Korbel

# **Bezprzewodowe sieci telekomunikacyjne**

## **Kompatybilność międzysystemowa**

---

Zadanie nr 14 – Studia podyplomowe „Bezprzewodowe systemy nadzoru i monitorowania”



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna  
współfinansowana przez Unię Europejską  
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego  
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń  
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej –  
zarządzanie Uczelnią,  
nowoczesna oferta edukacyjna  
i wzmacniania zdolności do zatrudniania  
osób niepełnosprawnych”*



**Politechnika Łódzka**  
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,  
tel. 042 631 28 83  
[www.kapitalludzki.p.lodz.pl](http://www.kapitalludzki.p.lodz.pl)



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

## Plan wykładu

- Współdzielenie pasma
- Zakłócenia wspólnokanałowe
- Zakłócenia sąsiedniokanałowe

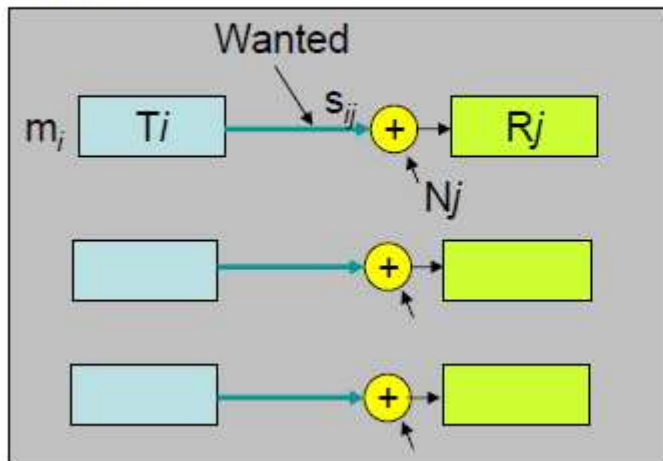


Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroniki

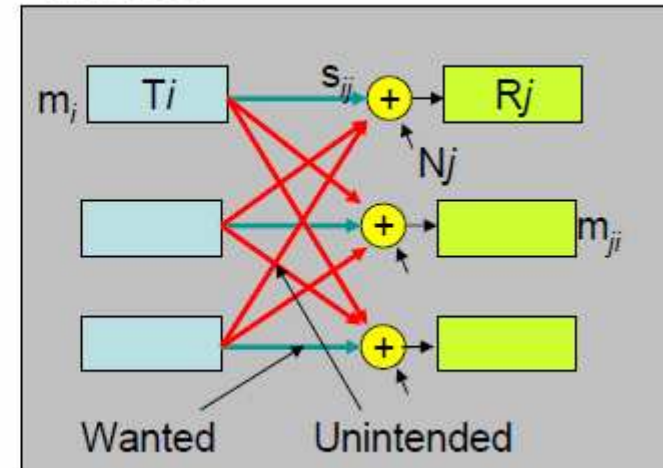
*Bezprzewodowe sieci telekomunikacyjne*

# Współdzielenie pasma

'Wired'



'Wireless'



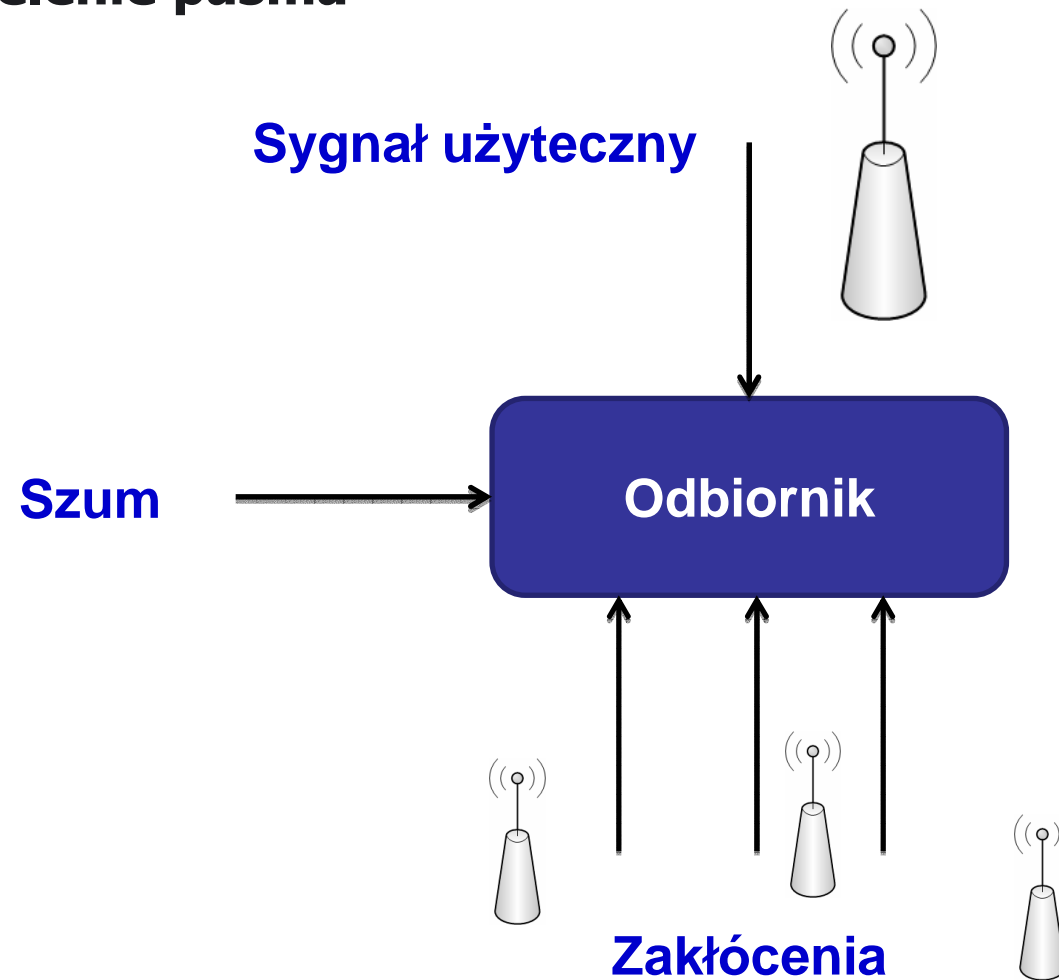
$$C_{ij} = B_{ij} \log_2 \left( 1 + \frac{S_{ij}}{N_j} \right)$$

$$D_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{(intended)} \\ 0 & \text{(unintended)} \end{cases}$$

$$C_{ij} = B_{ij} \log_2 \left( 1 + \frac{\sum_i (D_{ij} S_{ij})}{N_j + \sum_i (1 - D_{ij}) S_{ij}} \right)$$

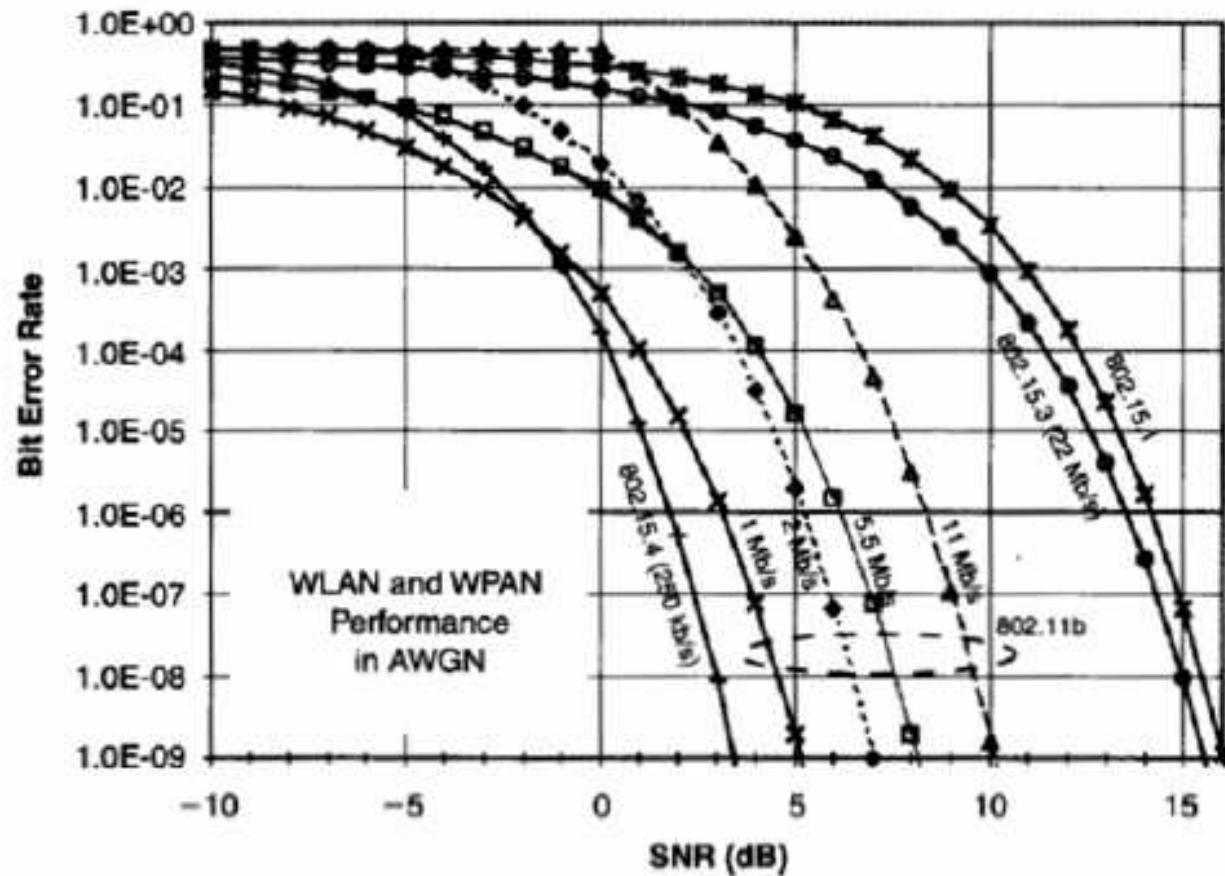


# Współdzielenie pasma



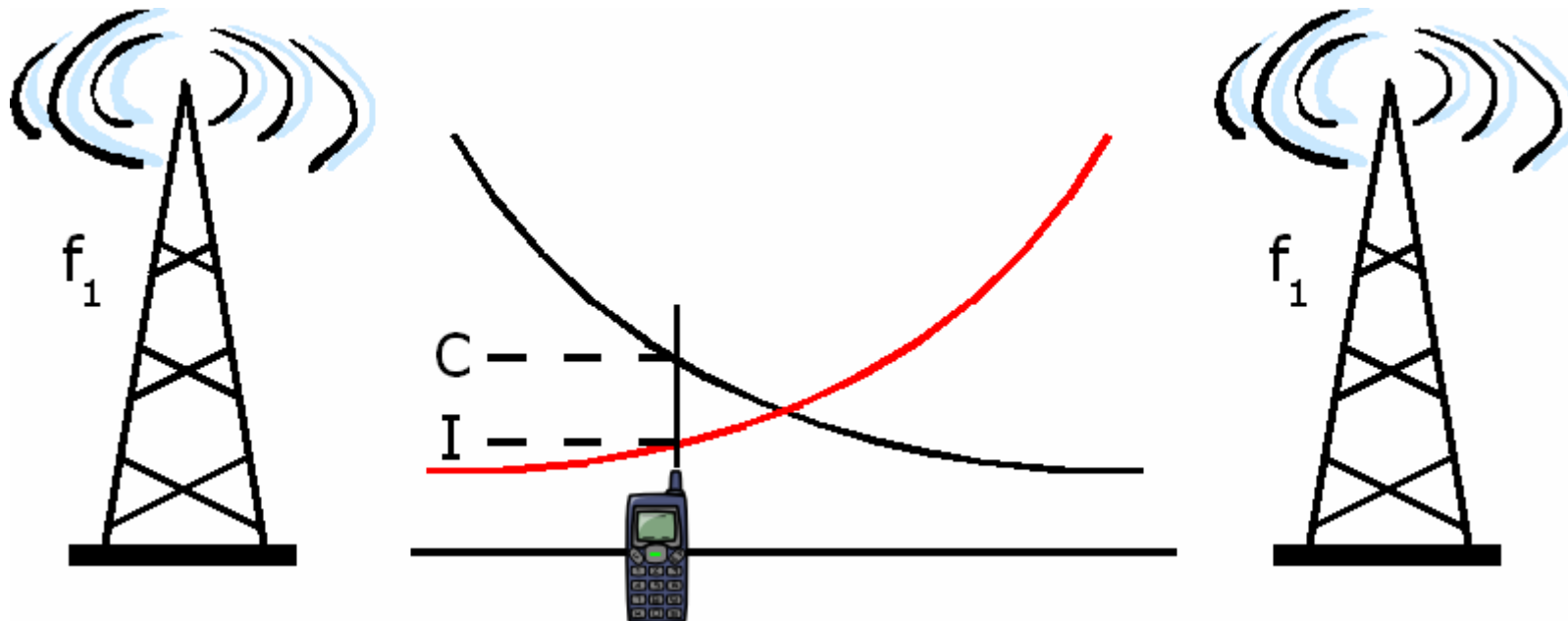


## SNR a BER



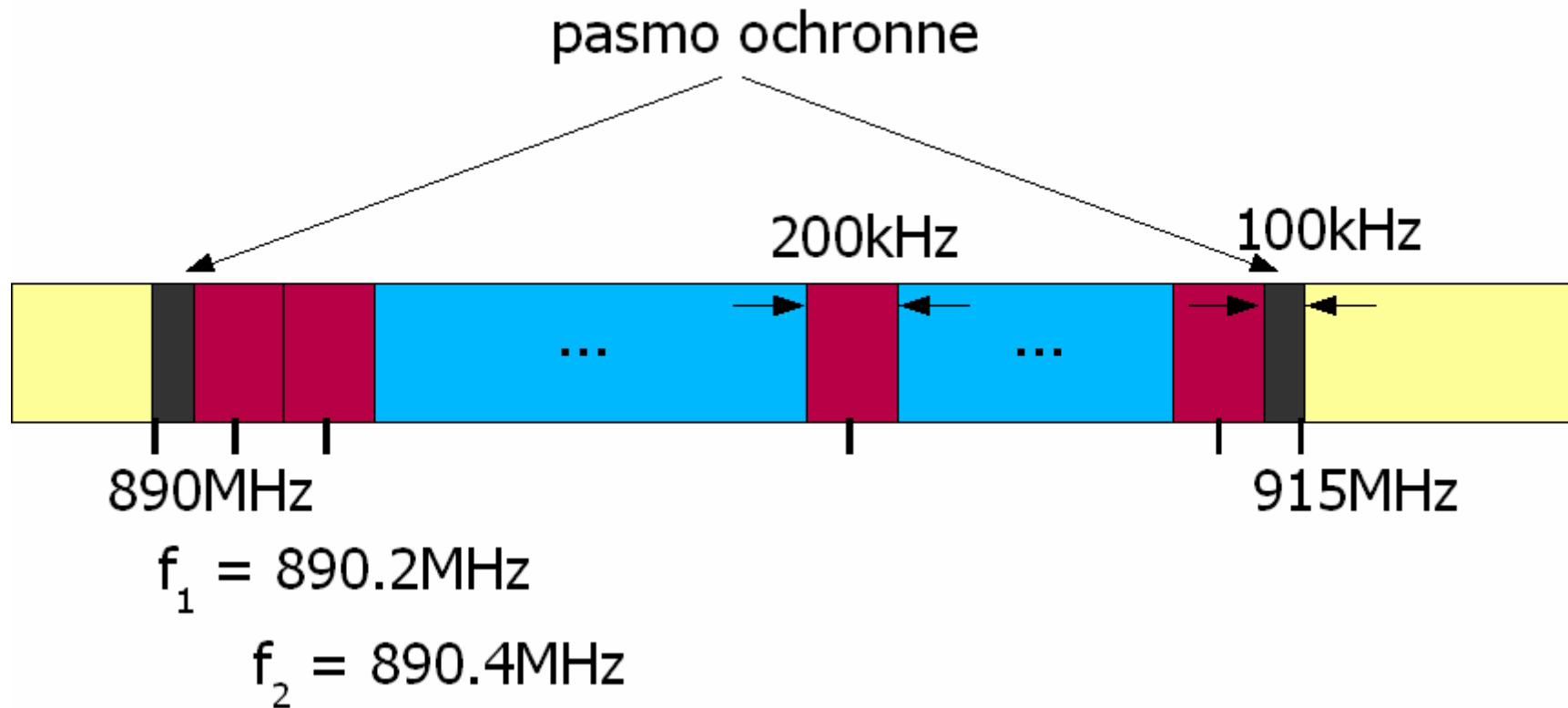
## Zakłócenia wspólnokanałowe

- C/I – Carrier to Interference – Stosunek mocy sygnału użytecznego i zakłóceń



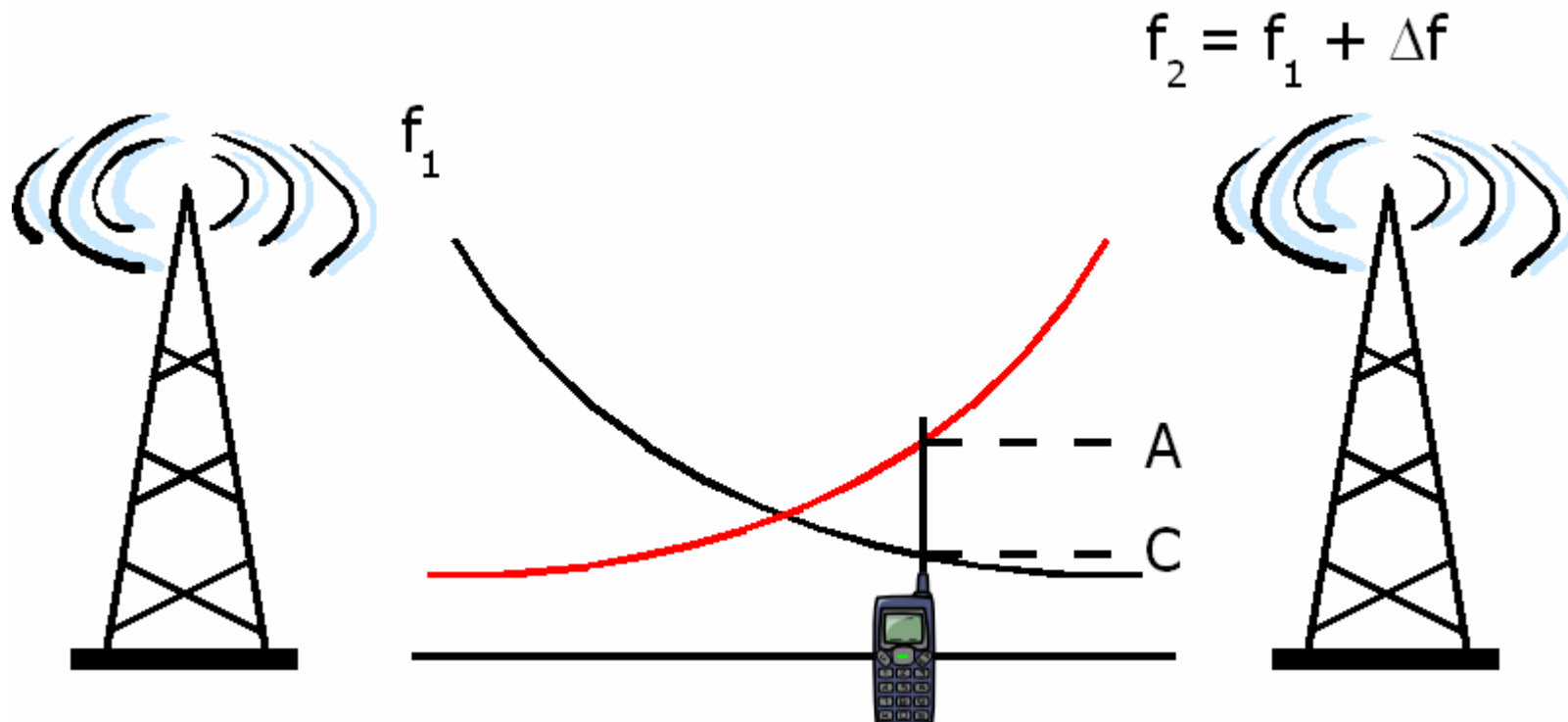
## Zakłócenia sąsiedniokanałowe

- Przykład organizacji kanałów w systemie radiowym – GSM, łącze „w górę”



## Zakłócenia sąsiedniokanałowe

- C/A – Carrier to Adjacent – stosunek mocy sygnału w wykorzystywanym kanale do mocy sygnału w kanale sąsiednim





## Zakłócenia sąsiedniokanałowe

- Maski spektralne
  - GSM (GMSK)
  - ETSI TS 100 910 V8.20.0

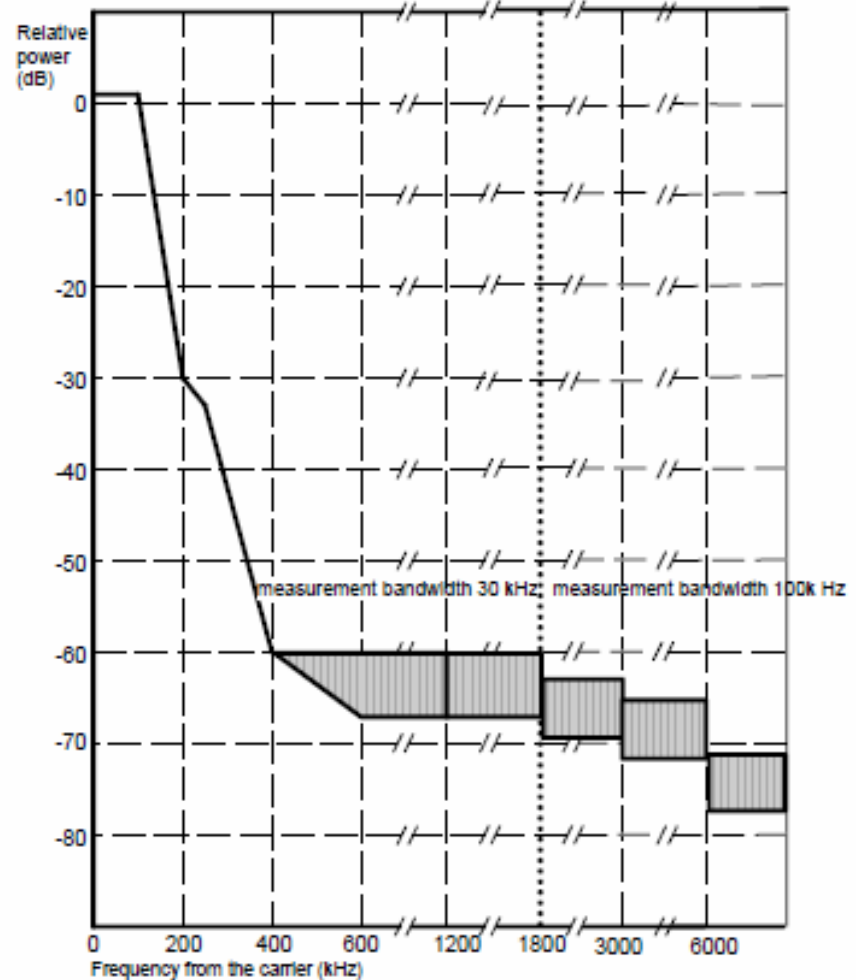
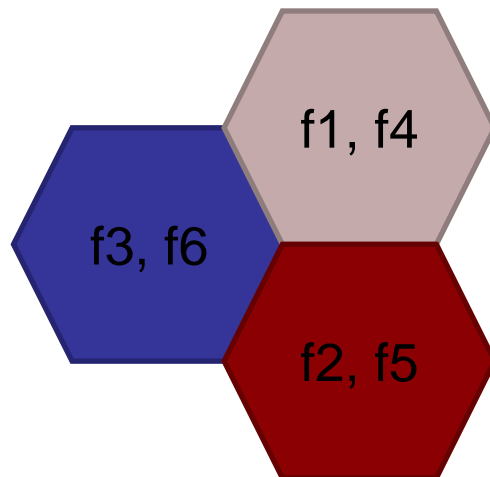


Figure A.1a: GSM 400, GSM 900 and GSM 850 MS spectrum due to GMSK modulation



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

## Pasmo ISM – 2,4 GHz

- WLAN – IEEE 802.11b/g/n (DSSS, OFDM)
- Bluetooth – IEEE 802.15.1 (FHSS)
- ZigBee – IEEE 802.15.4 (DSSS)
- WiMAX
- zestawy hands-free, kamery z interfejsem bezprzewodowym, ...
- kuchenki mikrofalowe



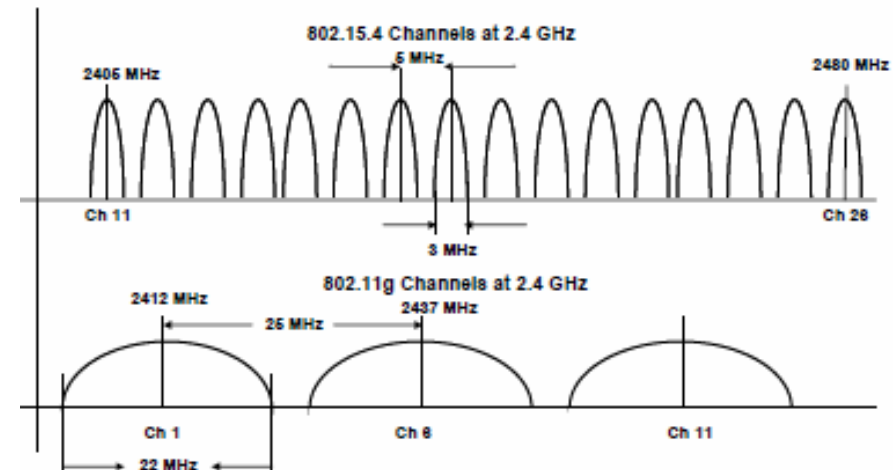
Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroniki

*Bezprzewodowe sieci telekomunikacyjne*



## Pasmo ISM – współdzielenie

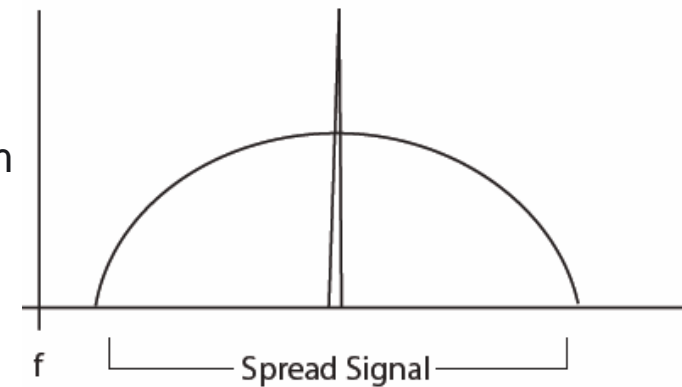
- Współdzielenie pasma wymaga wsparcie na poziomie:
  - warstwy PHY
    - organizacja kanałów (np. ZigBee wykorzystuje wąskie kanały; niektóre z nich leżą pomiędzy pasmami typowo wykorzystywanym i w WLAN)
    - przepływność (nadmiar wpływa na skrócenie czasu zajęcia pasma – ZigBee)
    - monitorowanie parametrów pasma (monitorowanie, raportowanie -> MAC – selekcja najlepszego, adaptacyjne FHSS)
  - warstwy MAC
    - CSMA (listen before you talk)





## Współdzielenie pasma

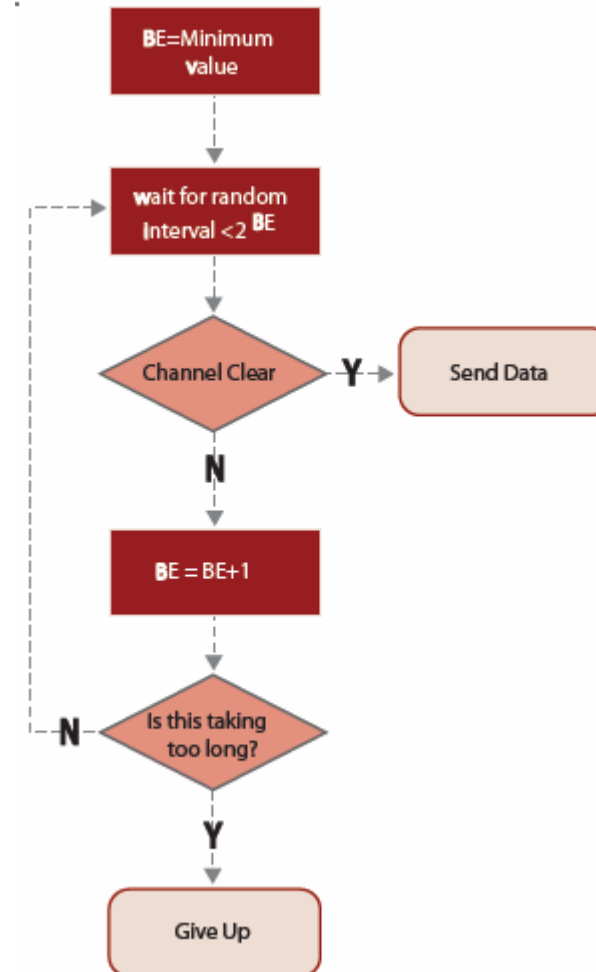
- Systemy wąskopasmowe
  - silna degradacja w przypadku nakładania się pasm
- Systemy szerokopasmowe
  - nadmiar pasma (szybkość transmisji)
  - nieznacznie pogarszają SNR dla systemów wąskopasmowych
  - systemy wąskopasmowe nie powodują znacznej degradacji





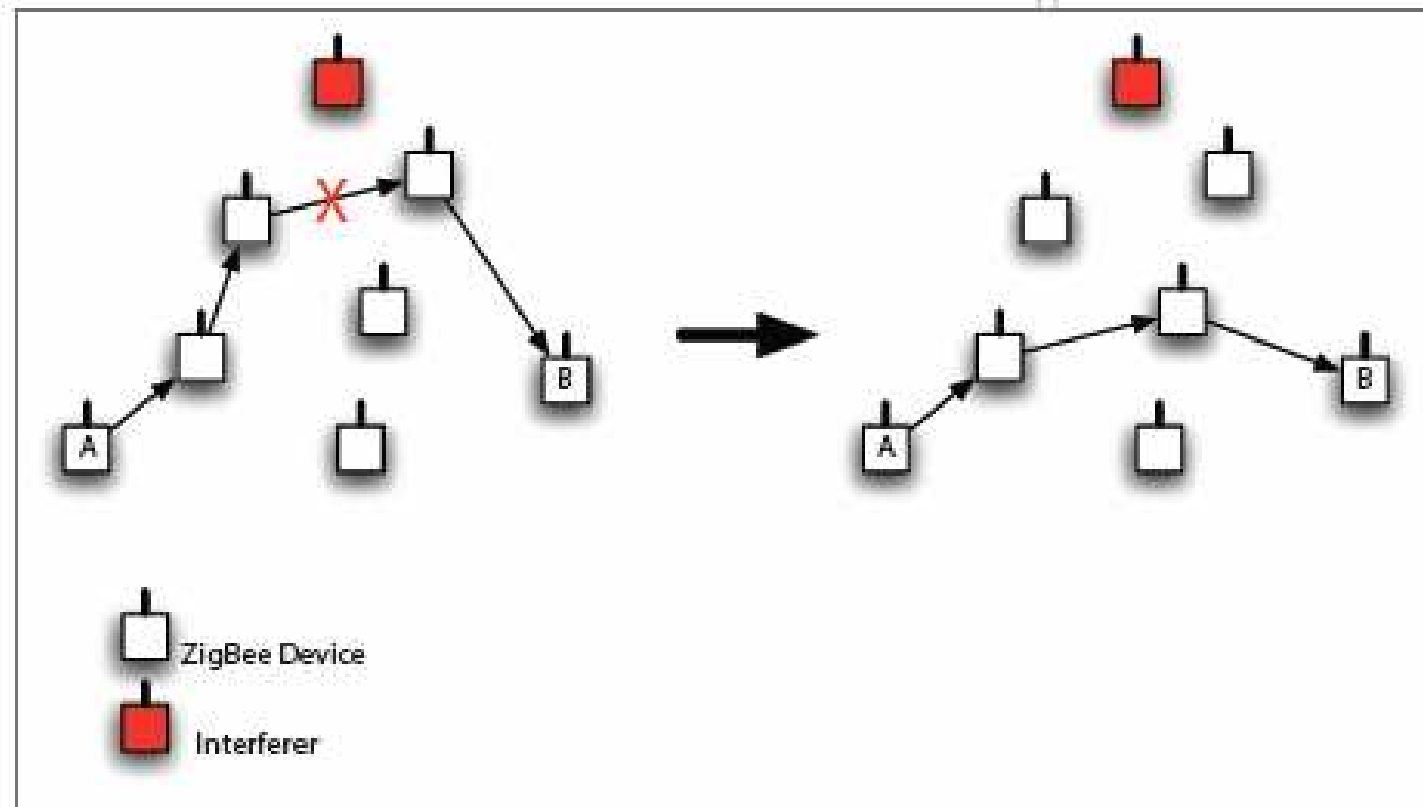
## Warstwa MAC

- CSMA/CA
- ACK – potwierdzanie otrzymania pakietów



# ZigBee

- Alternatywne drogi komunikacji



Piotr Korbel

# **Bezprzewodowe sieci telekomunikacyjne**

## **Kompatybilność międzysystemowa**

---

Zadanie nr 14 – Studia podyplomowe „Bezprzewodowe systemy nadzoru i monitorowania”



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna  
współfinansowana przez Unię Europejską  
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego  
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń  
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej –  
zarządzanie Uczelnią,  
nowoczesna oferta edukacyjna  
i wzmacniania zdolności do zatrudniania  
osób niepełnosprawnych”*



**Politechnika Łódzka**  
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,  
tel. 042 631 28 83  
[www.kapitalludzki.p.lodz.pl](http://www.kapitalludzki.p.lodz.pl)