

Sieci urządzeń mobilnych

Część 3 wykładu

SKO2

Mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - Dlaczego mobilność?
 - Rynek dla mobilnych urządzeń
 - Dziedziny badań
- Transmisja radiowa
- Protokoły wielodostępowe
- Systemy GSM
- Systemy satelitarne
- Bezprzewodowe sieci lokalne

Szczegółowa mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - Zastosowania
 - Terminologia
 - Historia, wyzwania
- Transmisja radiowa
 - częstotliwości i regulacje
 - sygnały, anteny, propagacja sygnału
 - multipleksacja, modulacja, rozszerzanie pasma, systemy komórkowe
- Wielodostęp
 - motywacja, SDMA, FDMA, TDMA (stałe, Aloha, CSMA), CDMA
- Systemy telekomunikacyjne
 - GSM, UMTS
- Systemy satelitarne
- Bezprzewodowe sieci LAN
 - Podstawowa technologia
 - IEEE 802.11a/b/g/i, Bluetooth

Komputery na następne dekady?

- Zintegrowane urządzenia obliczeniowe
 - małe, tanie, mobilne, wymienne
- Technologia jest w tle ("*ambient intelligence*")
 - urządzenia są "świadome" swojego otoczenia i dostosowują się do niego ("*location awareness*")
- Postępy w technologii
 - więcej mocy obliczeniowej w mniejszych urządzeniach
 - płaskie, lekkie wyświetlacze zużywające mniej mocy
 - nowe interfejsy użytkownika z powodu małych rozmiarów
 - więcej przepustowości na metr sześcienny
 - wiele bezprzewodowych sieci: bezprzewodowe LANy, bezprzewodowe WANy, regionalne bezprzewodowe sieci telekomunikacyjne

Komunikacja mobilna

□ Dwa aspekty mobilności:

- *mobilność użytkownika*: użytkownicy komunikują się (bezprowadowo) "anytime, anywhere, with anyone"
- *mobilność urządzeń*: urządzenia mogą być wszędzie, zawsze dołączone do sieci

□ Bezprzewodowy a mobilny

Przykłady

x

x

komputer stacjonarny

x

✓

notebook w pokoju hotelowym z kablem Ethernet

✓

x

bezprowadowy LAN łączący budynki

✓

✓

Personal Digital Assistant (PDA)

□ Integracja sieci bezprzewodowych i przewodowych:

- sieci lokalne: standardy IEEE 802.11, ETSI (HIPERLAN)
- Internet: Mobile IP

Zastosowania I

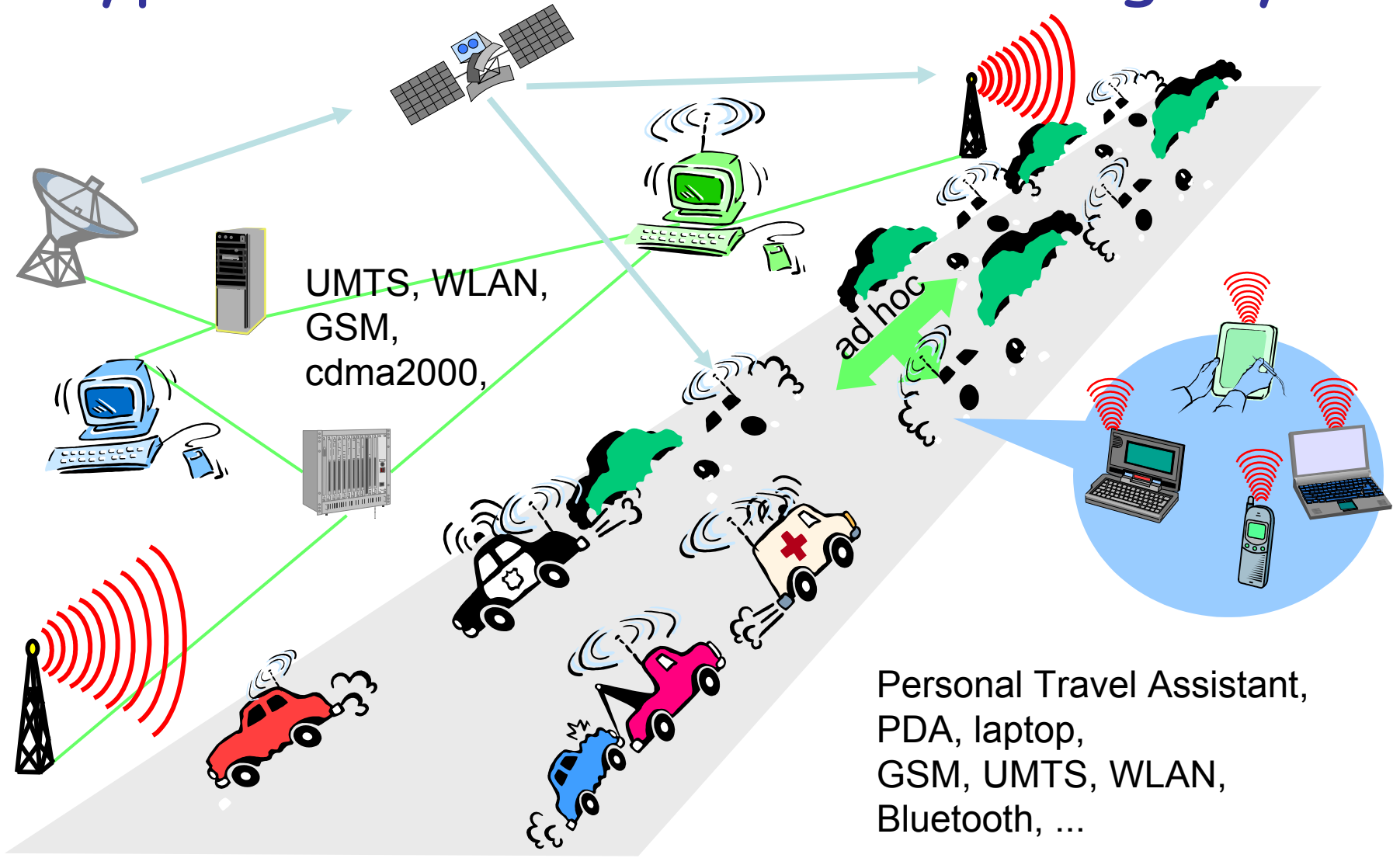
□ Pojazdy

- komunikacja wiadomości, warunków drogowych, pogody, muzyki przez DAB
- komunikacja osobista przez GSM
- lokalizacja za pomocą GPS
- lokalne sieci ad-hoc z pobliskimi pojazdami w celu unikania wypadków, pilotowania
- dane pojazdów (n.p., autobusów, szybkich pociągów) mogą być przesyłane w celach naprawy

□ Sytuacje kryzysowe

- komunikacja danych pacjenta do szpitala w celu wcześniejszej diagnozy
- komunikacja awaryjna w wypadku trzęsienia ziemi, huraganu, pożaru itd.
- kryzys, wojna, ...

Typowe zastosowanie: ruch drogowy



Usługi mobilne i bezprzewodowe

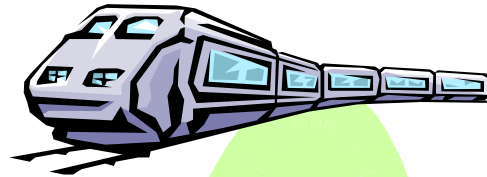
LAN, WLAN
780 kb/s



GSM 53 kb/s
Bluetooth 500 kb/s



UMTS, GSM
115 kb/s



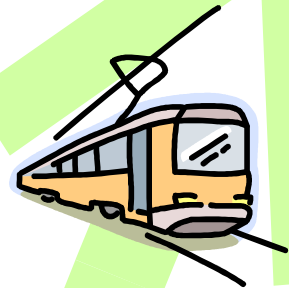
LAN
100 Mb/s,
WLAN
54 Mb/s



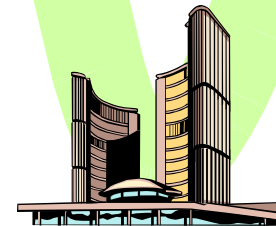
GSM/EDGE 384 kb/s,
WLAN 780 kb/s



GSM 115 kb/s,
WLAN 11 Mb/s



UMTS,
DECT
2 Mb/s



UMTS, GSM
384 kb/s

Zastosowania II

□ Komiwojażer

- bezpośredni dostęp do plików klientów na centralnym serwerze
- spójne bazy danych wszystkich agentów
- mobilne biuro

□ Zastępowanie sieci przewodowych

- zdalne sensory, n.p., aktywność pogody, ziemi
- elastyczność dla wystaw, targów
- sieci LAN w budynkach zabytkowych

□ Rozrywka, edukacja, ...

- dostęp do Internetu na dworze
- inteligentny przewodnik z aktualną informacją zależną od położenia i kontekstu
- sieci ad-hoc dla gier wieloużytkownikowych



Usługi zależne od położenia

- Usługi świadome położenia
 - n.p. katalog urządzeń (drukarek, faksów, telefonów, serwerów itp.) istniejących w otoczeniu
- Usługi podążające za użytkownikiem
 - automatyczne przekazywanie połączeń, przenoszenie aktualnego środowiska pracy do nowej lokalizacji
- Usługi informacyjne
 - "push": n.p., aktualne promocje w supermarkecie
 - "pull": n.p., gdzie stoi jogurt?
- Usługi wspomagające
 - schowki, wyniki częściowe, informacja o stanie itd. „śledzą” urządzenie mobilne w sieci
- Prywatność
 - kto powinien znać informacje o lokalizacji

Urządzenia mobilne

Pager

- tylko odbiera
- mały ekran
- proste wiadomości tekstowe



PDA

- prosty wyświetlacz graficzny
- rozpoznawanie pisma
- uproszczone przeglądanie WWW



Laptop

- pełna funkcjonalność
- standardowe aplikacje



Sensory,
sterowniki
urządzeń



Telefony mobilne

- głos, dane
- prosty wyświetlacz graficzny

Palmtop

- mała klawiatura
- uproszczone wersje standardowych aplikacji

wydajność

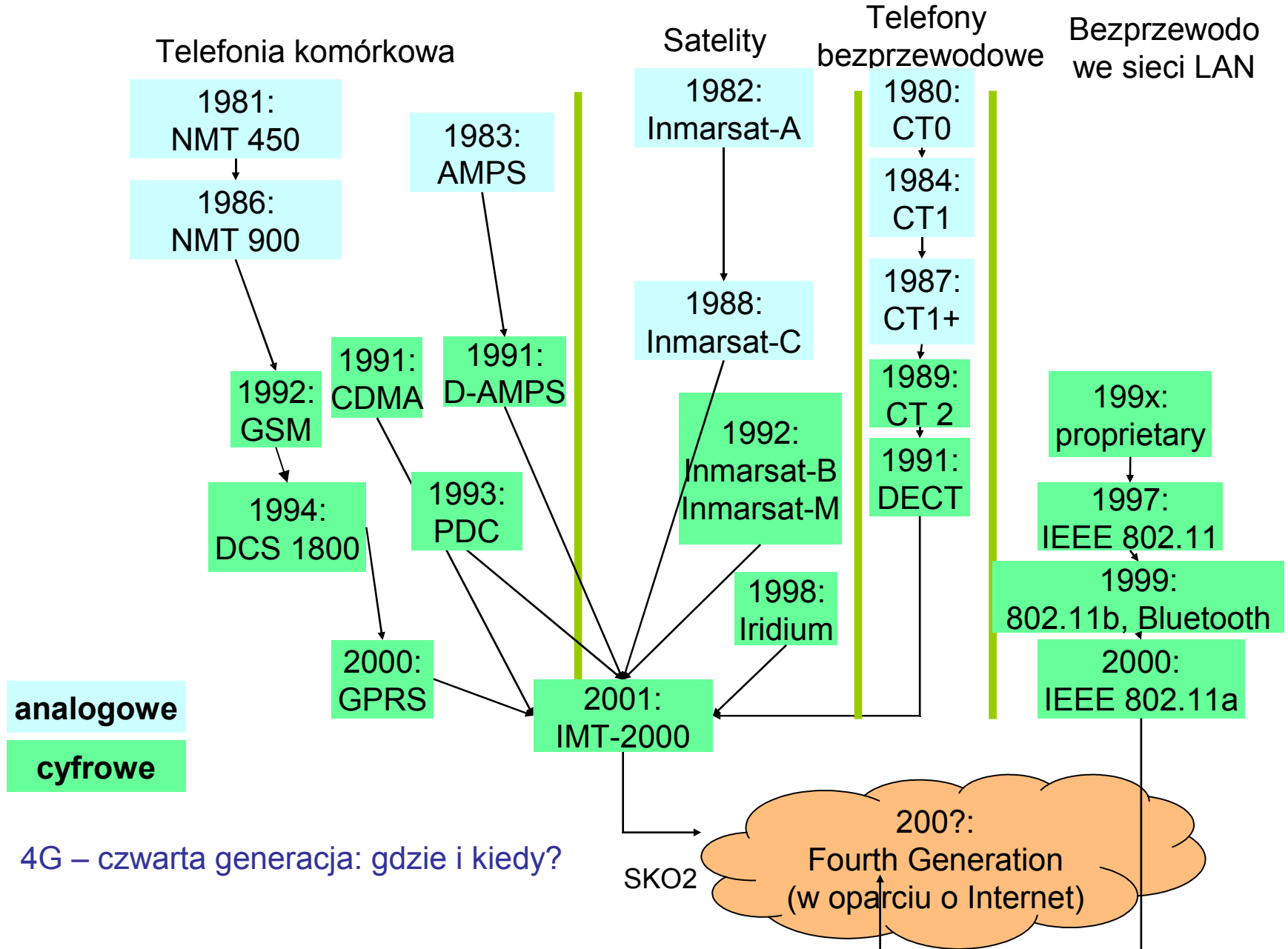
Skutki mobilności urządzeń

- Zużycie mocy
 - Ograniczone możliwości obliczeniowe, wyświetlacze o niższej jakości, mniejsze dyski w skutek małej pojemności baterii
 - CPU: zużycie mocy
- Straty danych
 - Większe prawdopodobieństwo, musi być uwzględnione przy projektowaniu (n.p., uszkodzenia, kradzież)
- Ograniczenia interfejsu użytkownika
 - Kompromis pomiędzy rozmiarem palców i mobilnością
 - Integracja rozpoznawania znaków/głosu, abstrakcyjnych symboli
- Ograniczona pamięć
 - Dyski (mające ruchome części) mają ograniczoną wartość
 - Pamięć flash może być alternatywą

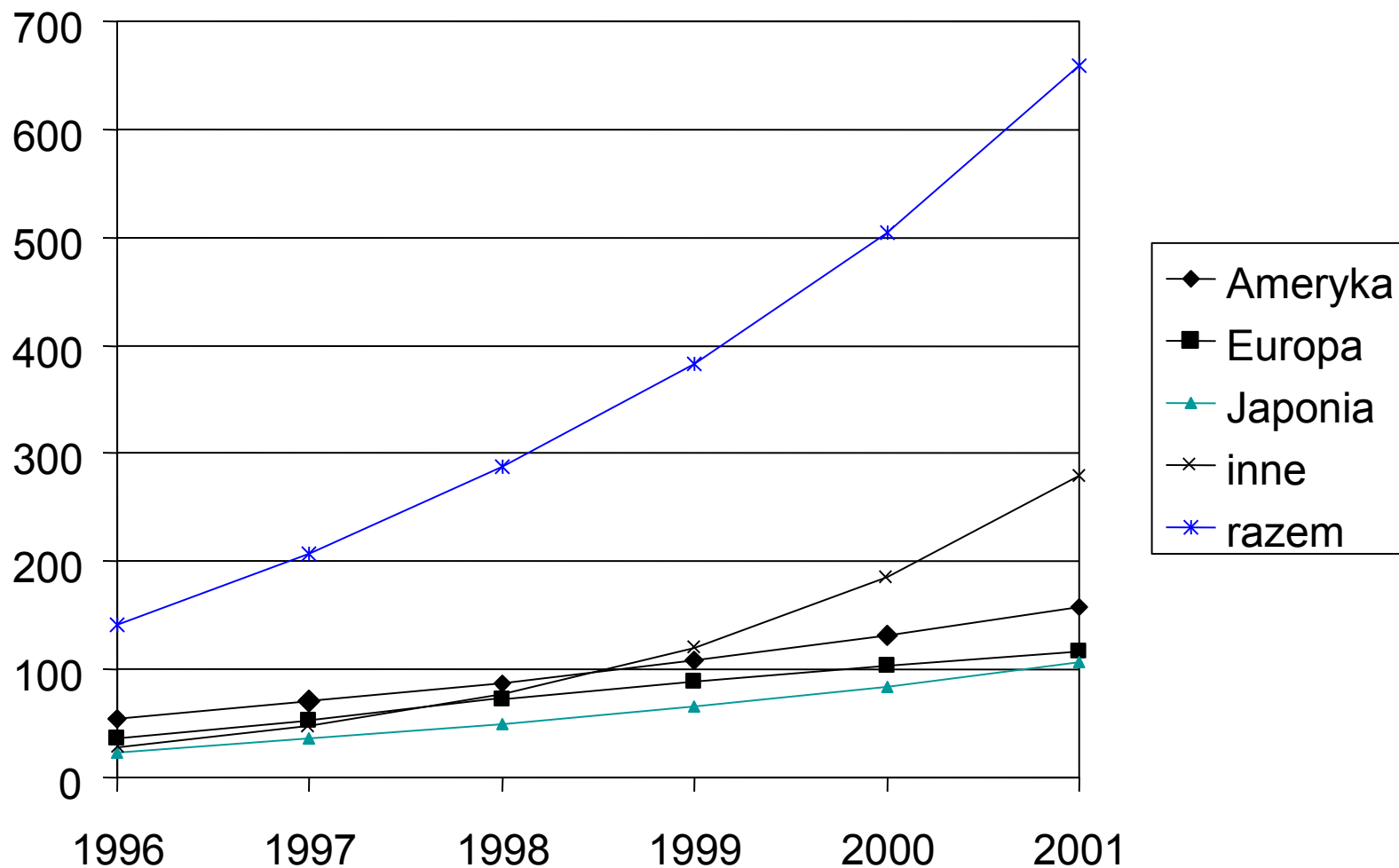
Porównanie sieci bez-, i przewodowych

- ❑ Większe straty z powodu zakłóceń
 - n.p., silniki, pioruny
- ❑ Restrykcyjne regulacje częstotliwości
 - Częstotliwości muszą być zarządzane, użyteczne częstotliwości są niemal wszystkie zajęte
- ❑ Małe przepustowości
 - Lokalne rzędu Mb/s, rozległe obecnie, n.p., 9.6kb/s przez GSM
- ❑ Większe opóźnienie i zmienność opóźnień
 - Czas nawiązania połączenia w GSM rzędu sekund, dla innych technologii bezprzewodowych kilkuset milisekund
- ❑ Mniejsze bezpieczeństwo, prostsze aktywne ataki
 - Interfejs radiowy jest dostępny dla wszystkich, stacja bazowa może być symulowana, przyciągając rozmowy z telefonów
- ❑ Medium jest zawsze współdzielone
 - Ważne są bezpieczne protokoły współdzielące

Przegląd rozwoju systemów bezprzewodowych



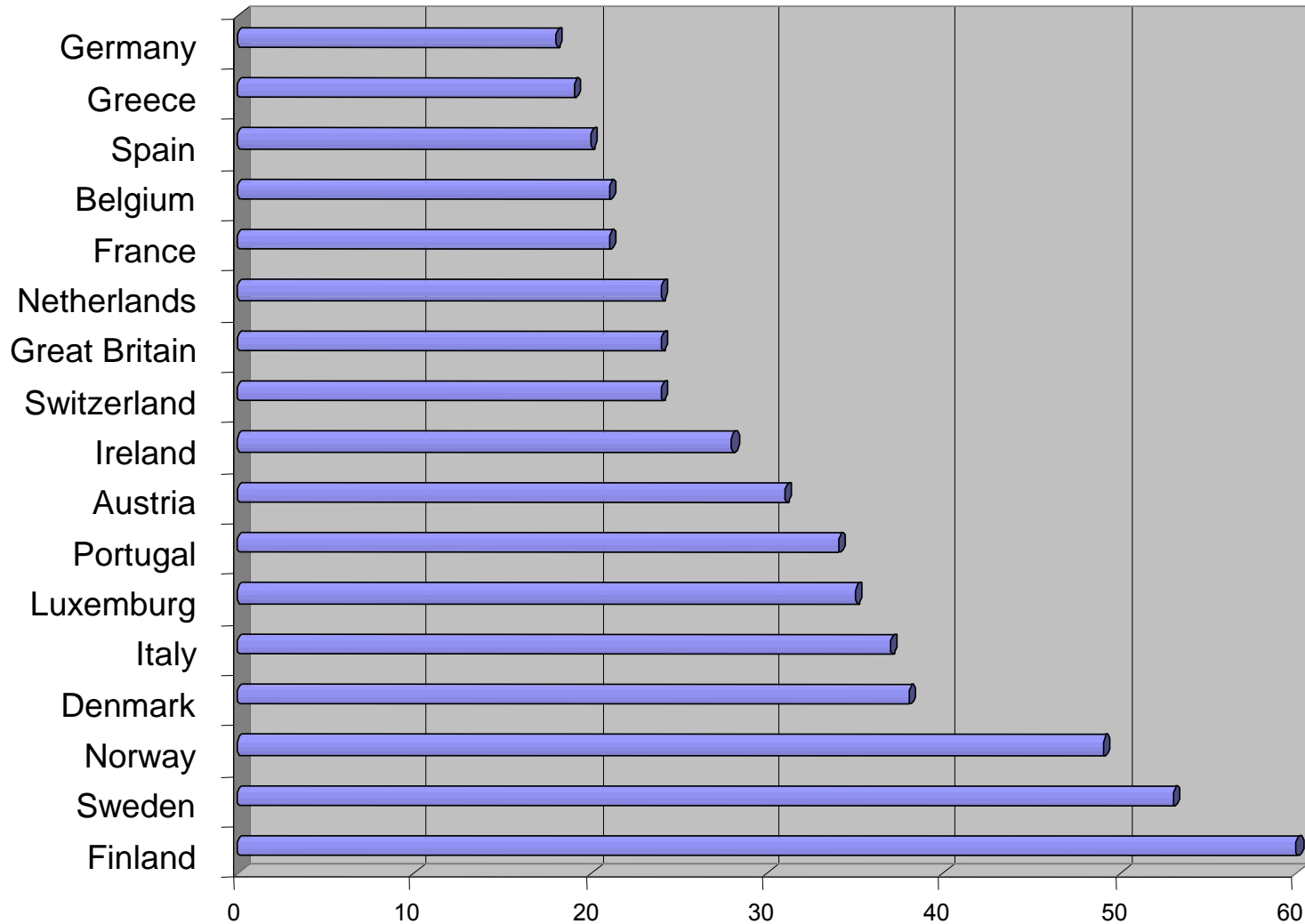
Abonenci sieci bezprzewodowych



Prognoza z 1998 roku

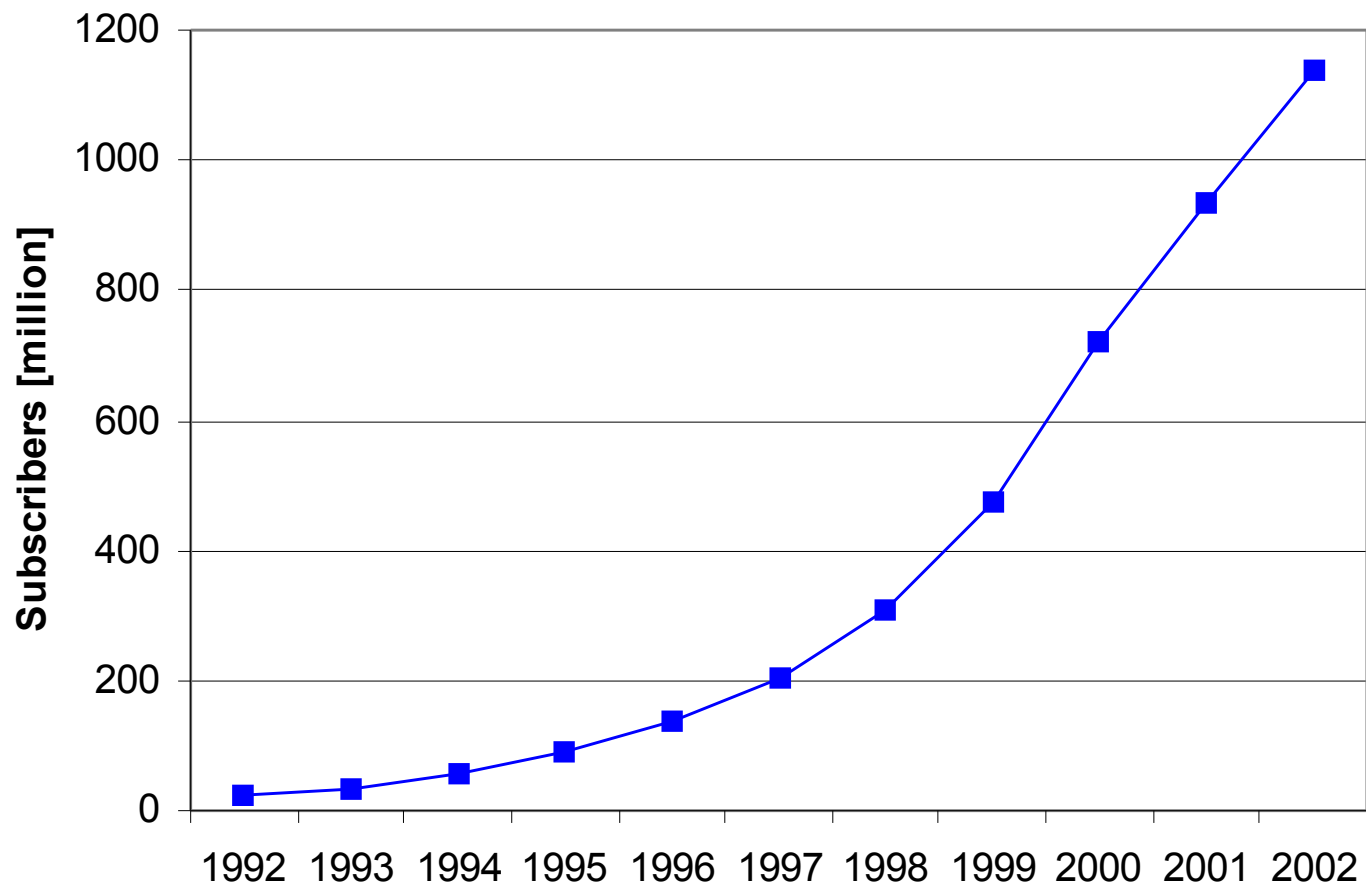
SKO2

Telefony mobilne na 100 ludzi w 1999 r.



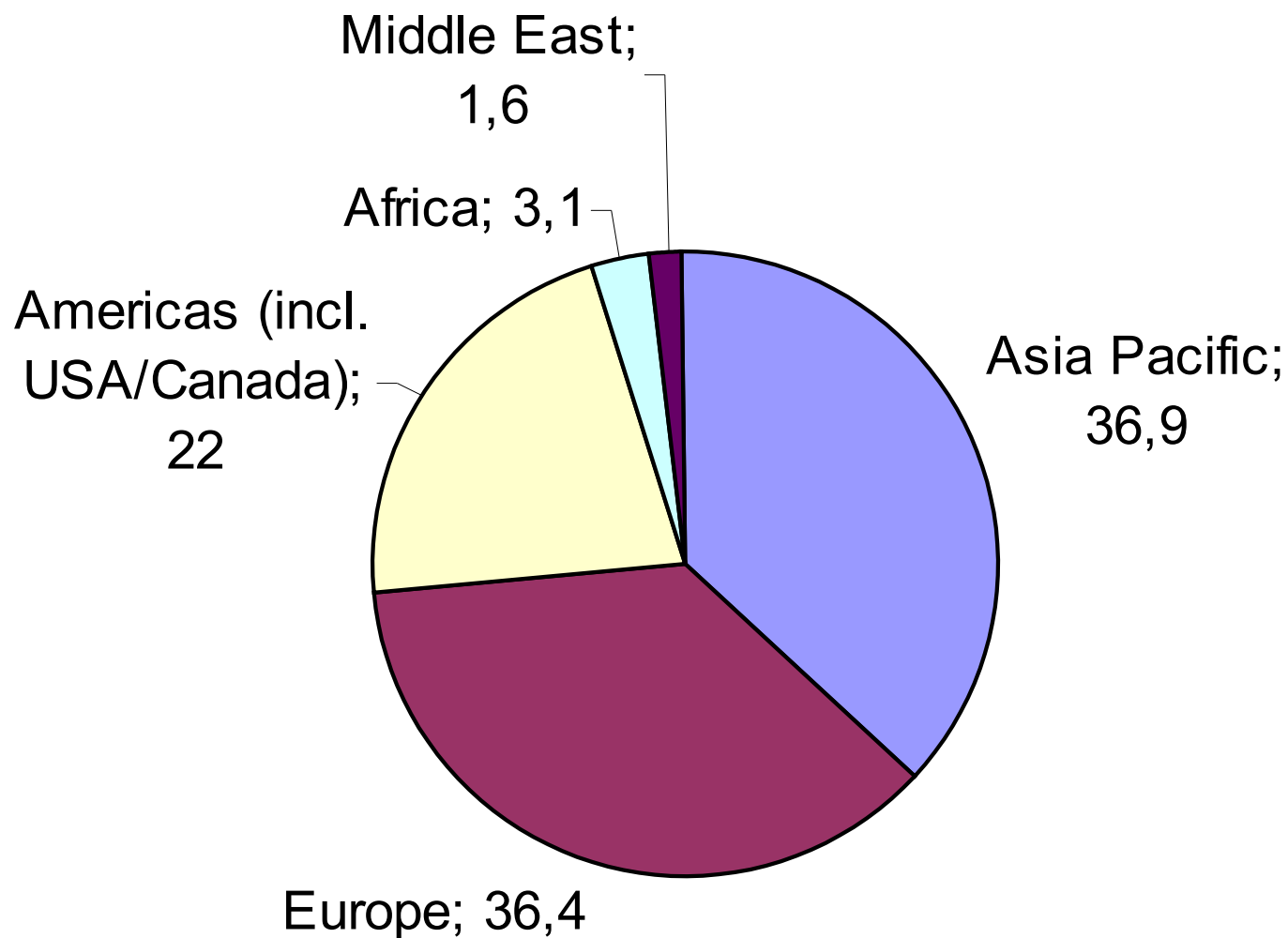
2002: 50-70% penetration in Western Europe

Wzrost abonentów sieci bezprzewodowych (aktualne dane)



Spowolnienie wzrostu w 2000 r.

Ilość abonentów w regionach świata (Czerwiec 2002)

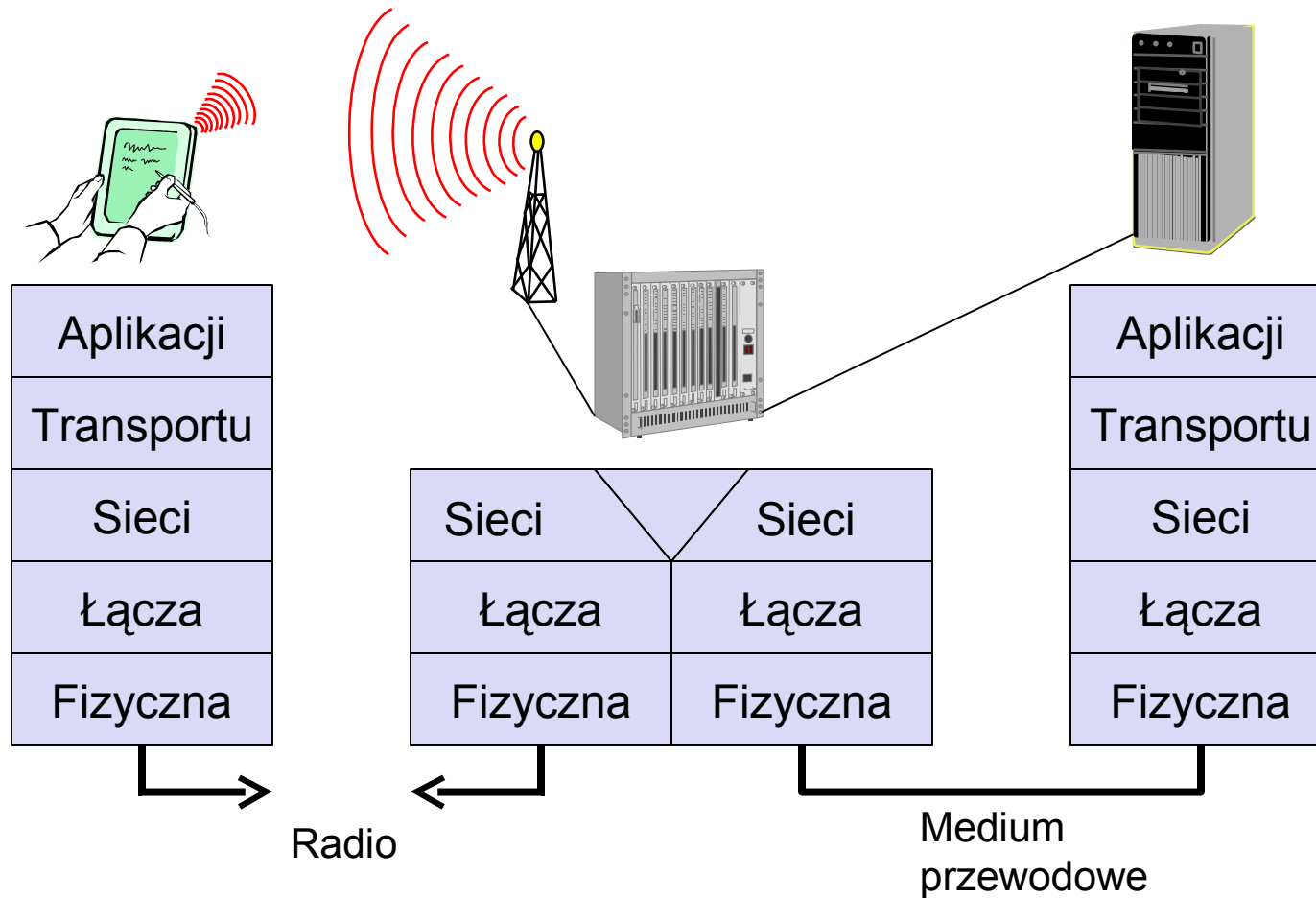


Dziedziny badań w komunikacji mobilnej

- Komunikacja bezprzewodowa
 - jakość (przepustowość, częstość strat, opóźnienia)
 - modulacja, kodowanie, zakłócanie
 - wielodostęp, regulacje częstotliwości
- Mobilność
 - usługi niezależne od lokalizacji
 - przezroczystość lokalizacji
 - jakość (opóźnienie, zmienność, bezpieczeństwo)
 - zużycie mocy
 - ograniczenia procesora, wyświetlacza, ...
 - ergonomia



Prosty model odniesienia



Komunikacja mobilna w modelu odniesienia



□ Aplikacji

- lokalizacja usługi
- nowe aplikacje, multimedia
- aplikacje adaptacyjne

□ Transportu

- kontrola przeciążenia, przepływu
- jakość usług

□ Sieci

- adresacja, ruting, lokalizacja urządzeń
- przekazywanie

□ Łącza

- uwierzytelnienie
- wielodostęp
- multipleksacja

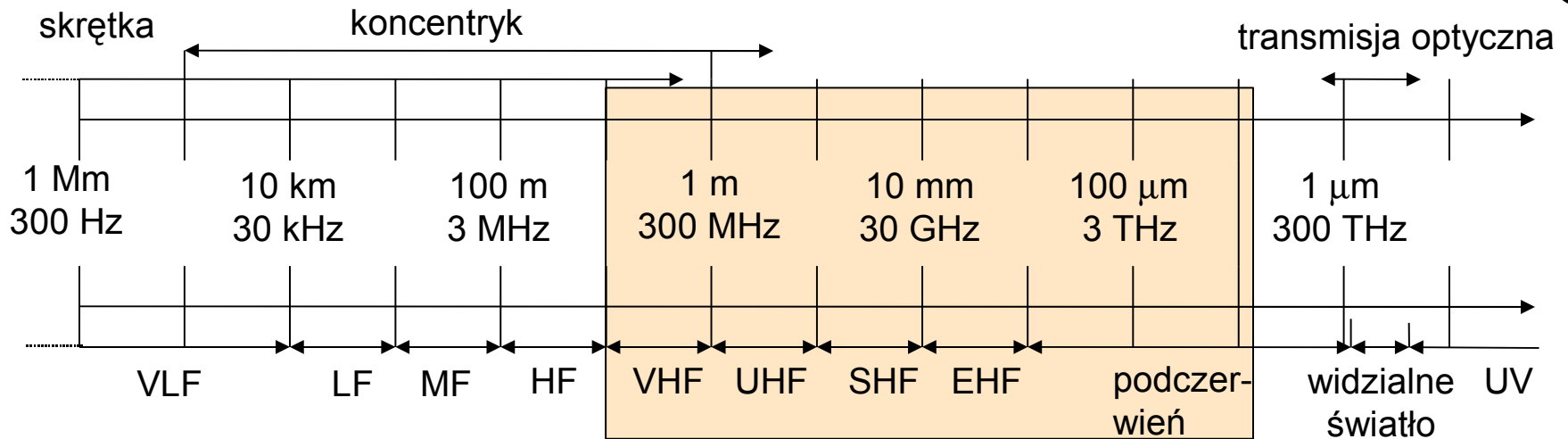
□ Fizyczna

- szyfrowanie
- modulacja
- zakłócenia
- tłumienie
- częstotliwości

Mapa wykładu

- ❑ Wprowadzenie
 - Dlaczego mobilność?
 - Rynek dla mobilnych urządzeń
 - Dziedziny badań
- ❑ Transmisja radiowa
- ❑ Protokoły wielodostępowe
- ❑ Systemy GSM
- ❑ Systemy satelitarne
- ❑ Bezprzewodowe sieci lokalne

Częstotliwości komunikacyjne



- ❑ VLF = Very Low Frequency
- ❑ LF = Low Frequency
- ❑ MF = Medium Frequency
- ❑ HF = High Frequency
- ❑ VHF = Very High Frequency

- UHF = Ultra High
- SHF = Super High Frequency
- EHF = Extra High
- UV = Ultraviolet Light

- ❑ Częstotliwość a długość fali:

- ❑ $\lambda = c/f$

- ❑ długość fali λ , prędkość światła $c \cong 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, częstotliwość f

Częstotliwości dla komunikacji mobilnej



- Zakres VHF-/UHF dla mobilnego radia
 - proste, małe anteny samochodowe
 - deterministyczne własności propagacji, niezawodne połączenia
- SHF i wyższe dla skierowanych łączy radiowych, komunikacji satelitarnej
 - mała antena, skupianie
 - duże przepustowości
- WLANy używają częstotliwości UHF do SHF
 - niektóre systemy planowane w EHF
 - ograniczenia z powodu absorpcji fal przez cząsteczki wody i tlenu (częstotliwości rezonansowe)
 - tłumienie zależne od pogody, utrata sygnału przy dużych opadach deszczu, itd.

Regulacja częstotliwości



| | Europa | USA | Japonia |
|-------------------------------|---|---|---|
| Telefony komórkowe | GSM 450-457, 479-486/460-467, 489-496, 890-915/935-960, 1710-1785/1805-1880 UMTS (FDD) 1920-1980, 2110-2190 UMTS (TDD) 1900-1920, 2020-2025 | AMPS, TDMA, CDMA 824-849, 869-894 TDMA, CDMA, GSM 1850-1910, 1930-1990 | PDC 810-826, 940-956, 1429-1465, 1477-1513 |
| Telefony bezprzewodowe | CT1+ 885-887, 930-932 CT2 864-868 DECT 1880-1900 | PACS 1850-1910, 1930-1990 PACS-UB 1910-1930 | PHS 1895-1918 JCT 254-380 |
| Sieci WLAN | IEEE 802.11 2400-2483 HIPERLAN 2 5150-5350, 5470-5725 | 902-928 IEEE 802.11 2400-2483 5150-5350, 5725-5825 | IEEE 802.11 2471-2497 5150-5250 |
| Pozostałe | RF-Control 27, 128, 418, 433, 868 | RF-Control 315, 915 | RF-Control 426, 868 |

- ITU-R przeprowadza aukcje nowych częstotliwości, zarządza zakresami w skali światowej (WRC, World Radio Conferences)

Sygnaly I



- fizyczna reprezentacja informacji
- funkcja czasu i położenia (przestrzeni)
- parametry sygnału: reprezentują informację
- klasyfikacja
 - czas ciągły / czas dyskretny
 - wartości ciągłe / wartości dyskretne
 - sygnał analogowy = czas ciągły i wartości ciągłe
 - sygnał cyfrowy = czas dyskretny i wartości dyskretne
- parametry sygnału okresowego:

okres T , częstotliwość $f=1/T$, amplituda A , przesunięcie fazowe (faza) φ

- sinusoida jest specyficznym sygnałem okresowym:

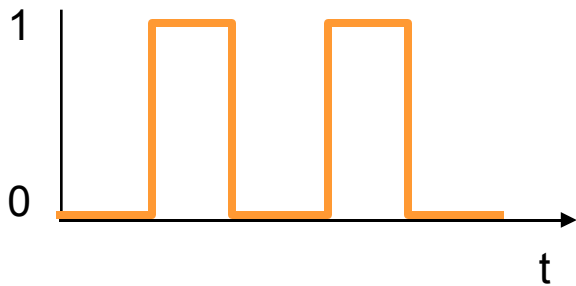
$$s(t) = A_{\dagger} \sin(2 \pi f_{\dagger} t + \varphi_{\dagger})$$

SKO2

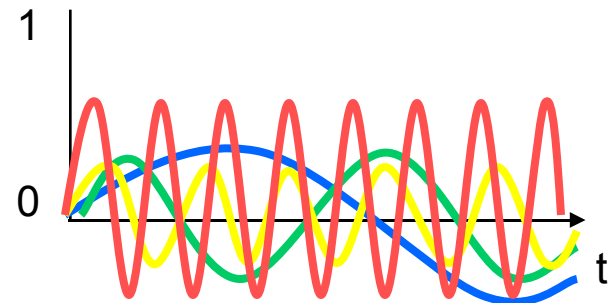
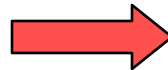
Reprezentacja Fouriera dla okresowych sygnałów



$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft)$$



idealny sygnał okresowy



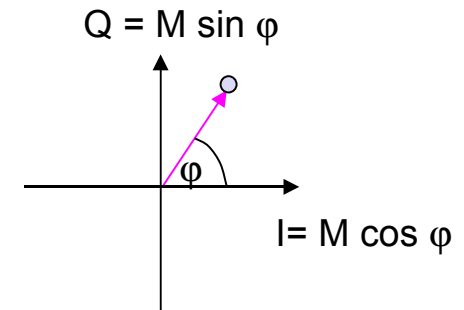
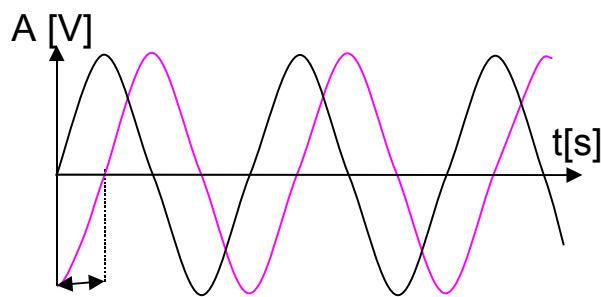
rzeczywisty skład (harmoniczny)

Sygnaly II



□ Różne reprezentacje sygnałów

- amplituda
- częstotliwości
- diagram fazowy (amplituda M i faza φ we wsp. radialnych)

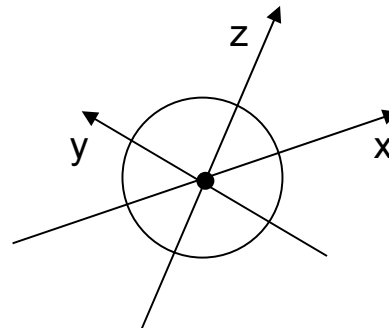
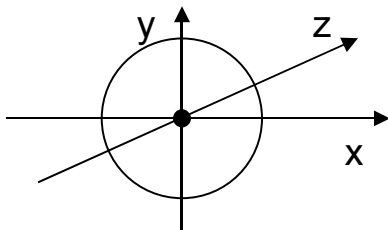


- Złożone sygnały są tłumaczone na reprezentację częstotliwościową za pomocą reprezentacji Fouriera
- Modulacji za pomocą częstotliwości nośnej dla transmisji (sygnał analogowy!)
- Skończona ilość częstotliwości ze względu na ucinanie pasma przez dostępne media/kanały

Anteny



- ❑ Promieniowanie i odbiór fal elektromagnetycznych, połączenie transmisji przewodowej i bezprzewodowej
- ❑ Idealna antena: równe promieniowanie w każdym kierunku (trójwymiarowo) - konstrukcja teoretyczna
- ❑ Prawdziwe anteny zawsze mają efekty kierunkowe (pionowe i/lub poziome)
- ❑ Wzorzec promieniowania: pomiar promieniowania wokół anteny

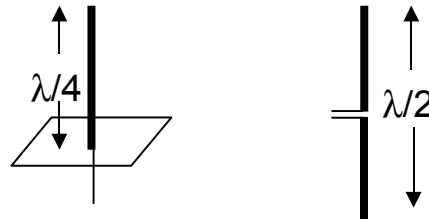


idealna antena

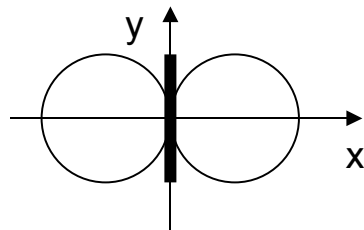
Anteny: proste dipole



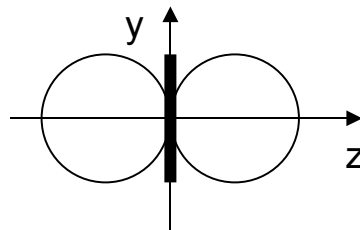
- Prawdziwe antyny to n.p. dipole z długością $\lambda/4$ na dachach samochodów lub o długości $\lambda/2$ (dipol Hertza)
→ długość anteny proporcjonalna do długości fali



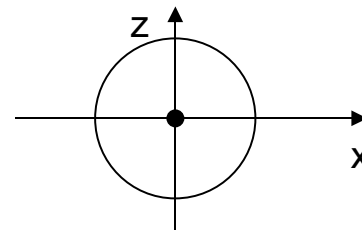
- Przykład: wzorzec promieniowana prostego dipola Hertza



side view (xy-plane)



side view (yz-plane)



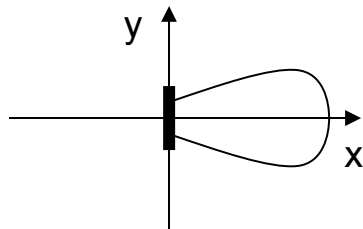
top view (xz-plane)

simple
dipole

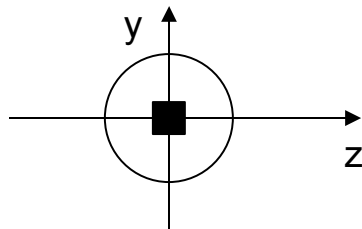
Anteny: skierowane i sektorowe



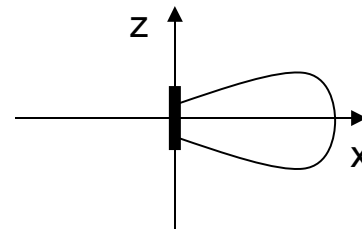
- Często używane w komunikacji mikrofalowej lub w stacjach bazowych komunikacji GSM (n.p., pole radiowe w dolinie górskiej)



widok boczny
(płaszczyzna xy)

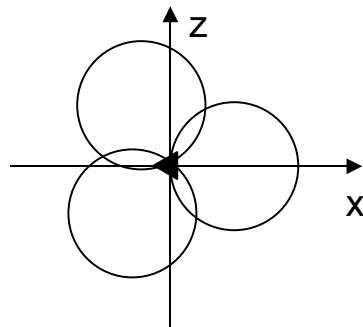


widok boczny
(płaszczyzna yz)

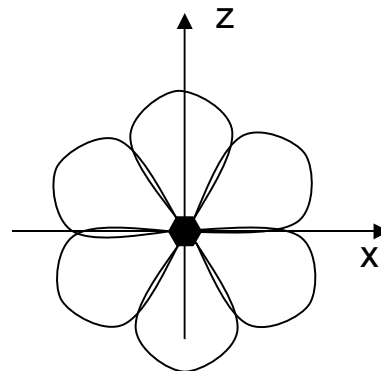


widok z góry
(płaszczyzna xz)

antena
kierunkowa



widok z góry
(3 sektory)



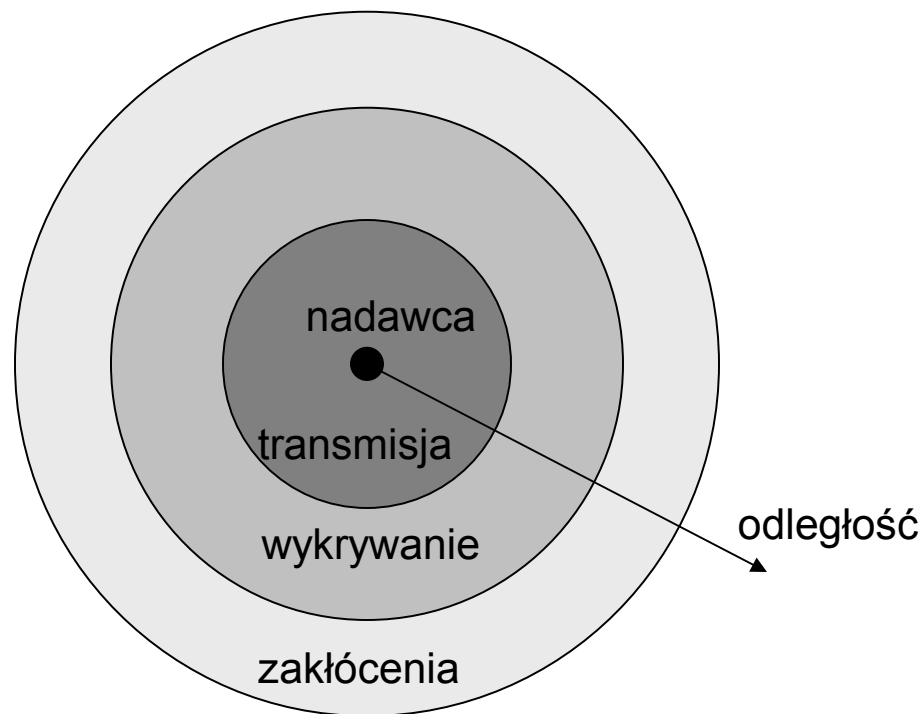
widok z góry
(6 sektorów)
SKO2

antena
sektorowa

Zakresy propagacji sygnału



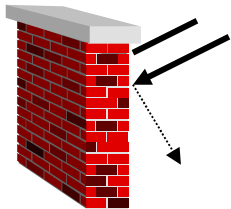
- Zakres transmisji
 - komunikacja jest możliwa
 - mała stopa błędów
- Zakres wykrywania
 - sygnał można wykryć
 - komunikacja nie jest możliwa
- Zakres zakłócenia
 - sygnału nie można wykryć
 - sygnał dodaje się do zakłóceń



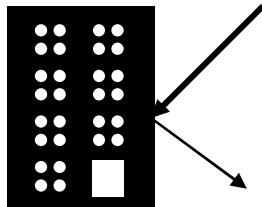
Propagacja sygnału



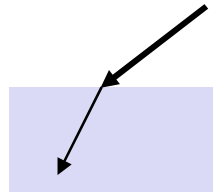
- ❑ W wolnej przestrzeni, zawsze jak światło (prosta linia)
- ❑ Moc odbioru proporcjonalna do $1/d^2$
(d = odległość pomiędzy nadawcą a odbiorcą)
- ❑ Na moc odbioru mają także wpływ
 - tłumienie (zależne od częstotliwości)
 - cień
 - odbicie od dużych przeszkód
 - ugięcie zależne od gęstości medium
 - rozpraszanie przez małe przeszkody
 - dyfrakcja na brzegach



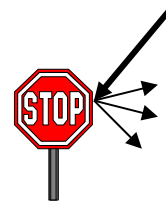
cień



odbicie



ugięcie

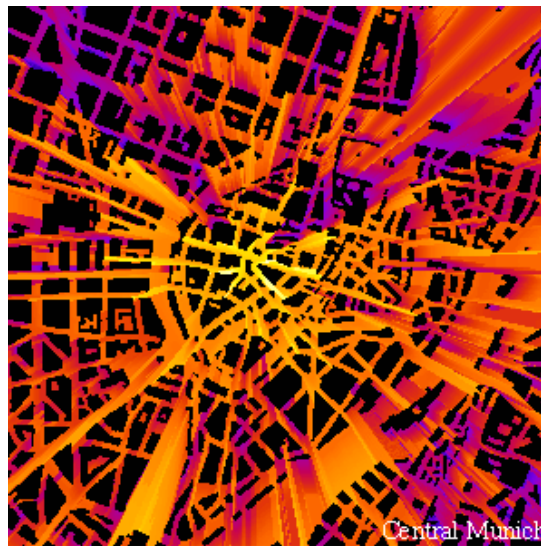
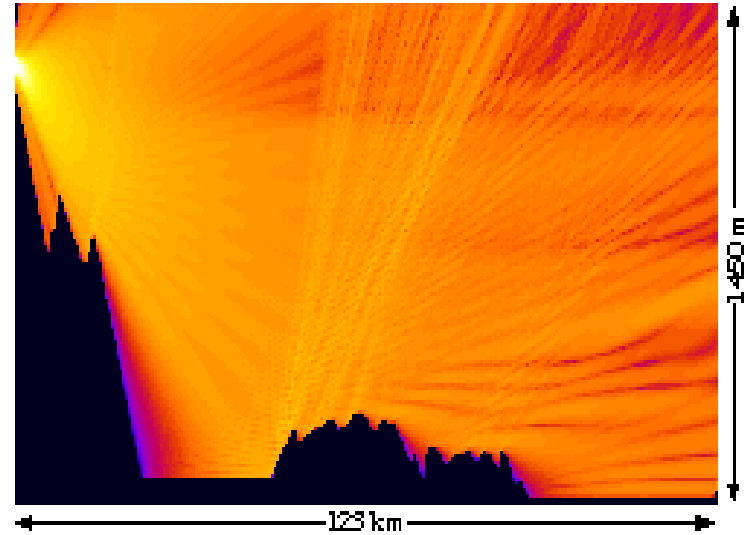
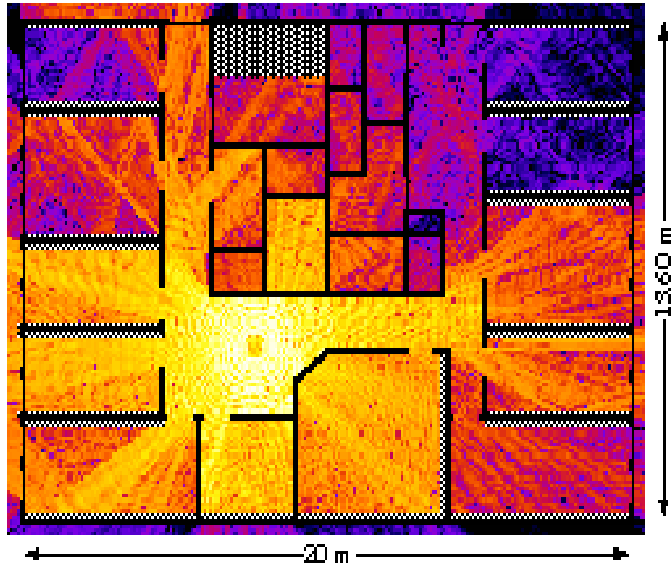


rozproszenie



dyfrakcja

Przykład z życia



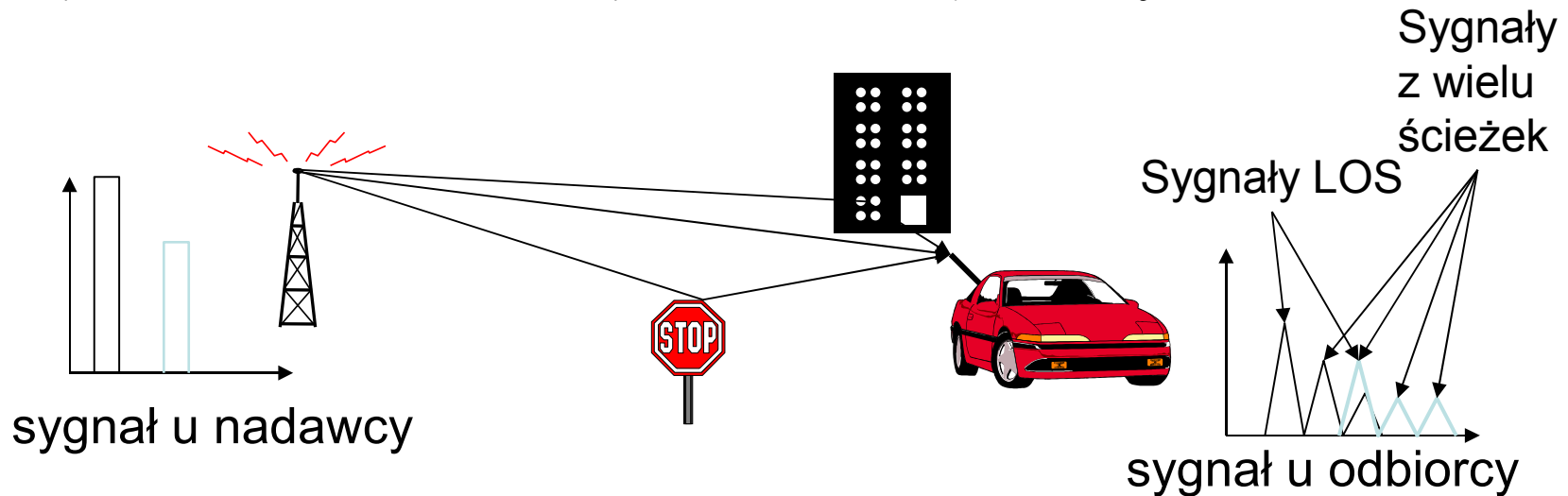
SKO2

Mobilne-34

Propagacja wielościeżkowa



- ❑ Sygnał może przebyć wiele ścieżek od nadawcy do odbiorcy z powodu odbicia, rozproszenia, dyfrakcji



- ❑ Rozpraszanie czasowe: sygnał jest rozproszony w czasie
 - Sygnał dochodzi bezpośrednio do odbiorcy ze zmienioną fazą
 - w sieci GSM, zmienność opóźnień do $16 \mu\text{s}$
- ❑ Zakłócanie przez "sąsiednie" symbole, *Inter Symbol Interference (ISI)*

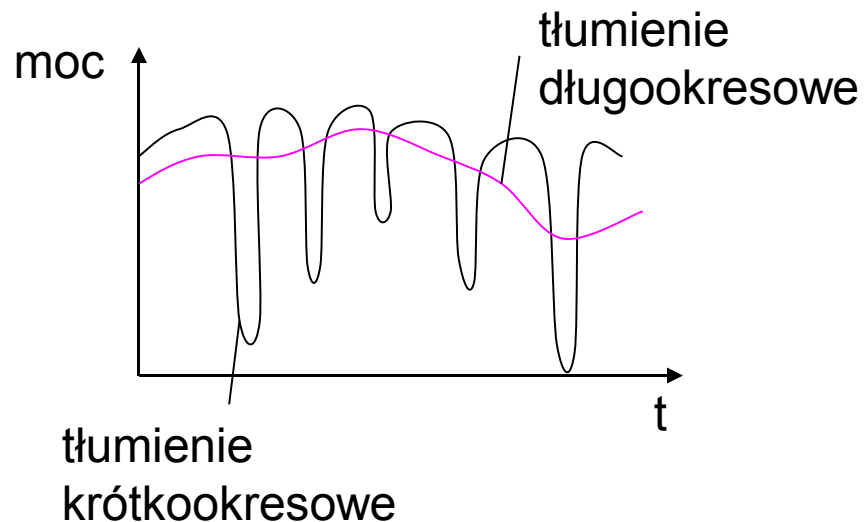
Skutki mobilności



- Charakterystyki kanału zmieniają się zależnie od czasu i położenia

- ścieżki sygnałów mogą ulegać zmianie
- różne zmienności opóźnień różnych części sygnału
- różne fazy części sygnału

- → szybkie zmiany w mocy odbioru (tłumienie krótkookresowe)



- Dodatkowe zmiany

- odległości od nadawcy
- odległych przeszkód

- → powolne zmiany średniej mocy odbioru (tłumienie długookresowe)

Mapa wykładu

- ❑ Wprowadzenie
 - Dlaczego mobilność?
 - Rynek dla mobilnych urządzeń
 - Dziedziny badań
- ❑ Transmisja radiowa
- ❑ Protokoły wielodostępowe
- ❑ Systemy GSM
- ❑ Systemy satelitarne
- ❑ Bezprzewodowe sieci lokalne