

## **Media transmisyjne i ich zastosowanie w łączności bezprzewodowej**

W transmisji danych istotne znaczenie ma szybkość ich przenoszenia. Szybkość ta uzależniona jest jednak od zastosowanego medium, a także od sposobów realizacji połączeń fizycznych – od punktów nadawania do punktów odbioru. Media transmisyjne mogą mieć przy tym charakter przewodowy lub bezprzewodowy.

Do mediów o charakterze bezprzewodowym zalicza się:

- kanał transmisyjny mikrofalowy,
- kanał fal z zakresu podczerwieni,
- kanał fal radiowych,
- kanał fal telewizyjnych.<sup>1</sup>

Najbardziej popularne systemy łączności bezprzewodowej oparte są o systemy radiowe i optyczne (wykorzystujące fale promieniowania podczerwonego).

### Radiowa komunikacja bezprzewodowa

Łączność bezprzewodowa RF (*radio frequency*) wykorzystująca fale radiowe opiera się na zastosowaniu w komunikacji nadajników oraz odbiorników, które dostrojone są w taki sposób, aby mogły odpowiednio generować i odbierać fale radiowe o określonych częstotliwościach. Odległości w jakich mogą one komunikować się między sobą uzależniona jest od mocy nadajnika i czułości odbiornika. Istotne znaczenie ma również zdolność fal radiowych do przenikania przez większość obiektów. Posiadają one bowiem zdolność przenikania przez znaczną część obiektów, co sprawia, że nie wymagana jest bezpośrednia „widoczność” pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem.

Technologie oparte o RF powodują modulowanie pewnych parametrów częstotliwości nośnej, tzn. amplitudę, częstotliwość bądź fazę. Generowane w taki sposób fale radiowe charakteryzują się określonym spektrum częstotliwości, które niesie zakodowaną informację, która z kolei może zostać odczytana za pomocą dostrojonego do danej częstotliwości odbiornika. Częstotliwości pracy dla różnych transmisji mogą być następujące:

- dla transmisji radiowych FM – pasmo 88 – 108 MHz,
- dla niektórych telefonów przenośnych – 900 MHz,

---

<sup>1</sup> J. Piecha: *Transmisja danych i sieci komputerowe*. Katowice: Wyd. UŚI. 2006 s. 11, 31.

- bezprzewodowa komunikacja Bluetooth i inne określone technologie – 2,4 GHz.<sup>2</sup>

Radiowe sieci bezprzewodowe z uwagi na posiadanie rozsievczego charakteru transmisji w kanale radiowym pozwalają na łatwy dostęp do kanałów oraz zasobów sieci przez poszczególnych jej użytkowników. Pozwalają również na gromadzenie i naturalne rozsyłanie informacji w ramach sieci stacji końcowych, które rozproszone są na obszarze całej domeny. Istnieje także możliwość komunikacji z użytkownikami ruchomymi lub pomiędzy nimi. Dodatkowo możliwe jest łatwe rozbudowanie sieci, a także zachowanie jej wysokiej niezawodności oraz niskiego kosztu jej utworzenia.

Ten rodzaj łączności bezprzewodowej posiada jednak wady, do których można zaliczyć:

- stosunkowo duże rozpraszanie energii, co związane jest z występowaniem małego promienia jej koncentracji,
- możliwość powstawania wysokiego poziomu zakłóceń zewnętrznych, który stanowi wynik małej kierunkowości anten odbiorczych,
- łatwość nieautoryzowanego dostępu z możliwością celowego zakłócania transmisji.

#### Bezprzewodowa komunikacja oparta na wykorzystaniu fal z zakresu podczerwieni

Komunikacja bezprzewodowa oparta może być o wykorzystanie promieniowania optycznego o długości fal w zakresie 700-1500 nm określanego jako promieniowanie podczerwone. Technika ta wykorzystywana jest do budowy bezprzewodowych sieci komputerowych głównie wewnątrz zamkniętych pomieszczeń.

Łącza pracujące w podczerwieni można podzielić na sześć rodzajów. Są to:

- łącza kierunkowe z widzialnością bezpośrednią,
- łącza kierunkowe dyfuzyjne,
- łącza hybrydowe z widzialnością bezpośrednią,
- łącza hybrydowe dyfuzyjne,
- łącza szerokokątne z widzialnością bezpośrednią,
- łącza szerokokątne dyfuzyjne.

---

<sup>2</sup> B. A. Miller, Ch. Bisdikian: *Bluetooth - uwolnij się od kabli*. Gliwice: Wyd. HELION 2003 s. 28-29.

### *Łącze kierunkowe z widzialnością bezpośrednią*

Tez rodzaj łącza posiada możliwość dobrego wykorzystania mocy promieniowania, co związane jest w tym, że promieniowanie wysyłane przez diodę prawie w całości dociera do odbiornika, co wynika z tego, że skoncentrowane jest ono w obrębie niewielkiego kąta. Drugą istotną cechą jest to, że do detektora dociera stosunkowo mała ilość promieniowania tła, co pozwala na uzyskanie stosunkowo wysokich wartości sygnałów w stosunku do szumów. Taki rezultat jest wynikiem między innymi charakterystyki kierunkowej detektora. Niektóre urządzenia, w których stosowany jest ten typ łącza pracującego w podczerwieni, umożliwiają transmisję z przepływnością 125 Mbit/s na odległość wynoszącą 30 m. Wadą jest natomiast brak możliwości realizacji łączności rozsiewczej, czyli polegającej na odbiorze tego samego sygnału przez większą liczbę odbiorników.

### *Łącze kierunkowe dyfuzyjne*

Ten rodzaj łącza pozwala na realizację łączności rozsiewczej. W urządzeniach bezprzewodowych sieci lokalnych dostępnych na rynku możliwe jest zastosowanie tego rodzaju transmisji na odległość 20 m. Jest to jednak realizowane kosztem przepływności, która wynosi wówczas zaledwie 200 kbit/s.

Opisane powyżej rodzaje łączy wymagają zatem odpowiedniego ustawienia odbiornika względem nadajnika. To sprawia, że nie mogą być one wykorzystywane do łączności z odbiornikami przenośnymi bądź będącymi w ruchu. W tym celu stosowane są kolejne rodzaje łączy działających w zakresie podczerwieni.

### *Łącze szerokokątne dyfuzyjne*

Ten rodzaj łącza zapewnia komunikację, która jest niezależna od wzajemnego położenia nadajnika i odbiornika względem siebie. Przepływności sięgają natomiast 50 Mbit/s przy zasięgu wynoszącym kilka metrów. Wadą jest jednak powstawanie tłumienia sygnału na skutek licznych odbić i w rezultacie powstawanie dyspersji. To z kolei stanowi przyczynę stosunkowo dużej złożoności systemów, które wykorzystują podany rodzaj łącza.

### *Łącze szerokokątne z widzialnością bezpośrednią*

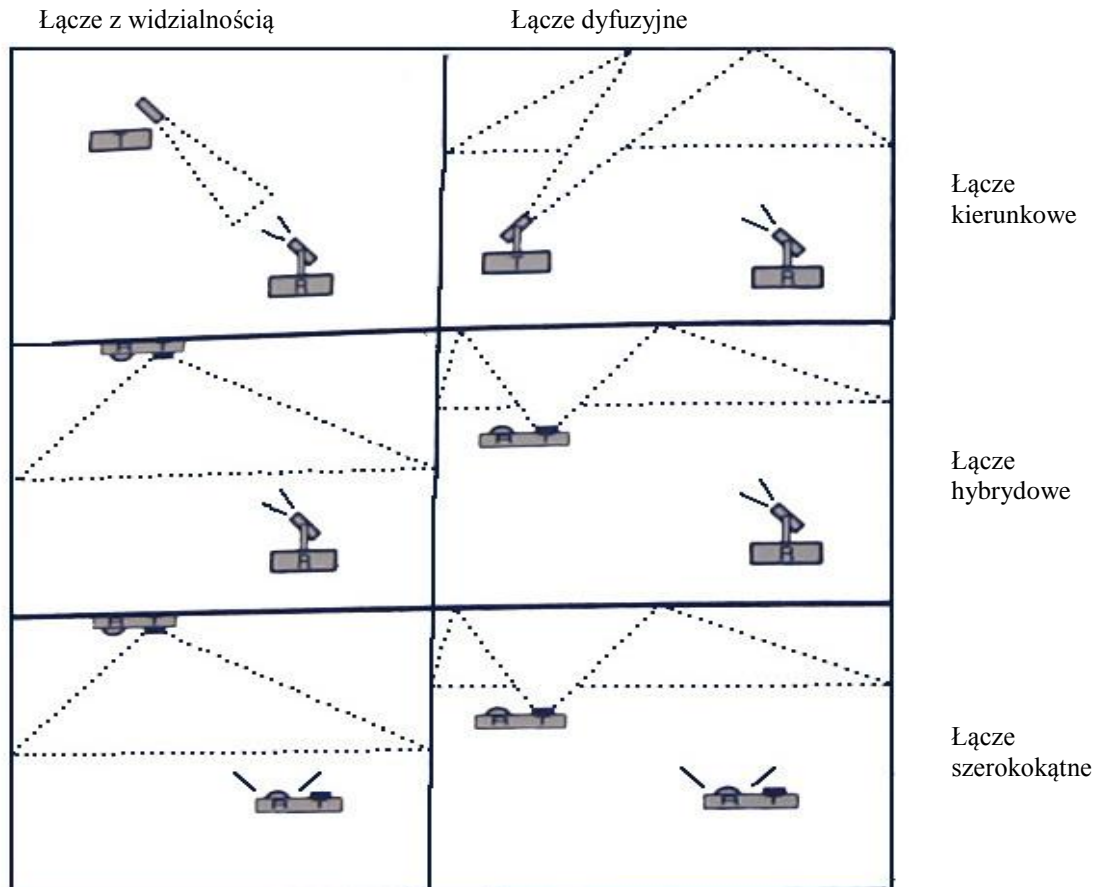
Łącze szerokokątne z widzialnością bezpośrednią stanowi lepsze rozwiązanie w stosunku do wcześniej opisanego, gdyż pozwala na lepsze wykorzystanie mocy nadawanego sygnału. Warunek stanowi jednak bezpośredniość w drodze sygnału. Rozwiązanie jest to szczególnie przydatne w pomieszczeniach długich, w których moc odbitego sygnału jest niewystarczająca dla przeprowadzenia prawidłowej detekcji.

### *Łącza hybrydowe z widzialnością bezpośrednią i dyfuzyjne*

W łączach tych źródło promieniowania jest szerokokątne natomiast detektor ma charakterystykę kierunkową. Stanowią one tym samym rozwiązanie pośrednie pomiędzy wcześniej omówionymi.

Powyższe rodzaje łącz, stosowane w systemach pracujących w zakresie fal podczerwonych przedstawione są na ilustracji poniżej.

**Rysunek 1 Rodzaje łącz występujących w systemach pracujących w podczerwieni.**



Źródło: W. Hołubowicz, P. Półciennik, A. Różański: *Systemy łączności bezprzewodowej*. Poznań: Wyd. EFP 1996 s. 224.

Bezprzewodowa komunikacja oparta na wykorzystaniu fal z zakresu podczerwieni umożliwia zatem dostęp do szerokiego zakresu widma transmitowanych częstotliwości, który wynosi około 200 THz, co jest istotne w przypadku, gdy istnieje potrzeba realizacji transmisji szerokopasmowej. Ograniczenie propagacji fal przez ściany i przeszkody w budynkach pozwala także na używanie fal o tych samych częstotliwościach w pomieszczeniach sąsiednich. Umożliwia to w efekcie tworzenie sieci lokalnych, w których nie będzie występowało zjawisko interferencji. To z kolei wpływa na wyższy stopień bezpieczeństwa przesyłanych danych w

porównaniu z sieciami opartymi o komunikację radiową. Oprócz tego umożliwia zastosowanie tego typu techniki w obiektach przemysłowych.

Transmisja danych przy wykorzystaniu fal podczerwieni charakteryzuje się także wysoką odpornością na zjawisko wielodrogowości sygnału wynikające z nakładania się wielu odbitych promieni, z których każdy dociera do odbiornika z inną amplitudą, fazą i opóźnieniem.

Stosowanie komunikacji bezprzewodowej wykorzystującej fale podczerwone wiąże się jednak z występowaniem pewnych niedogodności. Charakteryzuje się ono bowiem występowaniem stosunkowo wysokiej tłumienności jednostkowej sygnału, która wynosi od 1 do 10 dB/km, a co spowodowane jest występowaniem wysokiej częstotliwości sygnału. To sprawia, że wykorzystanie fal podczerwonych do komunikacji bezprzewodowej ogranicza się do wykorzystywania jej do transmisji danych na niewielkie odległości. Najczęściej są to odległości rzędu kilkunastu do kilkuset metrów, rzadziej kilku kilometrów, gdzie potrzebne jest zastosowanie łączy o skupionej wiązce promieniowania.

Innymi wadami tego typu transmisji jest:

- możliwość zakłócania transmisji danych zarówno przez inne źródła promieniowania optycznego jak i przez osoby, które znajdują się w obrębie wiązki tego promieniowania,
- występowanie zjawiska polegającego na rozmyciu impulsów (zjawiska dywergencji), a powstającego na skutek opóźnienia sygnału w wyniku wielu odbić. W rezultacie dochodzi do powstawania interferencji międzysymbolowych, które utrudniają odbiór sygnałów o dużych częstotliwościach,
- pogorszenie transmisji w przypadku występowania niesprzyjających warunków atmosferycznych, a w szczególności gęstej mgły.<sup>3</sup>

W standardach komunikacji w podczerwieni szczególne znaczenie ma IrDA, czyli *Infrared Data Association*. Jest to powszechnie stosowana metoda w telefonach komórkowych, przenośnych komputerach czy palmtopach.<sup>4</sup>

Wśród systemów łączności bezprzewodowej stosujących wybrane w powyższych mediów transmisji bezprzewodowej wyróżnić można:

---

<sup>3</sup> K. Nowicki, J. Woźniak: *Przewodowe i bezprzewodowe sieci LAN*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2002 s. 269-270.

W. Hołubowicz, P. Półciennik, A. Różański: *Systemy łączności bezprzewodowej*. Poznań: Wyd. EFP 1996 s. 224-225.

<sup>4</sup> B. A. Miller, Ch. Bisdikian: *Bluetooth - uwolnij się od kabli*. Gliwice: Wyd. HELION 2003 s. 31.

- systemy telefonii komórkowej:
  - systemy analogowe,
  - systemy cyfrowe,
- systemy telefonii bezprzewodowej,
- systemy trunkingowe,
- systemy przywoławcze,
- systemy bezprzewodowej transmisji danych:
  - do wolnej transmisji danych na odległość do kilkudziesięciu kilometrów (najczęściej w miejskich aglomeracjach i okolicach),
  - o wysokich przepływnościach działające na niewielkim obszarze (systemy lokalnych bezprzewodowych sieci komputerowych),
- systemy satelitarne,
- łączność bezprzewodową wykorzystującą fale z zakresu podczerwieni.<sup>5</sup>

Mobilne systemy komunikacji bezprzewodowej wykorzystywane są najczęściej do obsługi użytkowników mobilnych, którzy wykorzystują telefony komórkowe lub PDA (*Personal Digital Assistant*). Najbardziej popularne rozwiązanie w tym zakresie stanowi GSM (*Global System for Mobile Communications*), w którym przesyłanie danych opiera się o specjalne techniki przesyłania danych między urządzeniami użytkowników, stacjami bazowymi. Do technik tych zalicza się CDMA (*Code Division Multiple Access*) oraz TDMA (*Time Division Multiple Access*).

Systemy mikrofalowe dotyczą połączeń z satelitą, między budynkami w obszarach miejskich czy też połączeń poprzez szerokie tereny otwarte jak pustynie czy jeziora. Wykorzystują one do tego celu pasmo powyżej 1,3 GHz. System ten zbudowany jest z dwóch anten kierunkowych, a odległość transmisji uzależniona jest od wysokości masztów.<sup>6</sup> Fale radiowe nie są bowiem w stanie pokonać krzywizny Ziemi, jednak za pomocą satelity komunikacyjnego łączność może zostać zrealizowana. Satelita wyposażony jest bowiem w transponder, który złożony jest z odbiornika i nadajnika radiowego. Zadaniem transpondera jest odbiór sygnałów radiowych kierowanych do satelity, wzmacnianie ich i wysyłanie ponownie w kierunku Ziemi pod nieco innym kątem. Stacja naziemna znajdująca się po jednej stronie oceanu wysyła sygnały do satelity, który z kolei przekazuje je do stacji naziemnej znajdującej

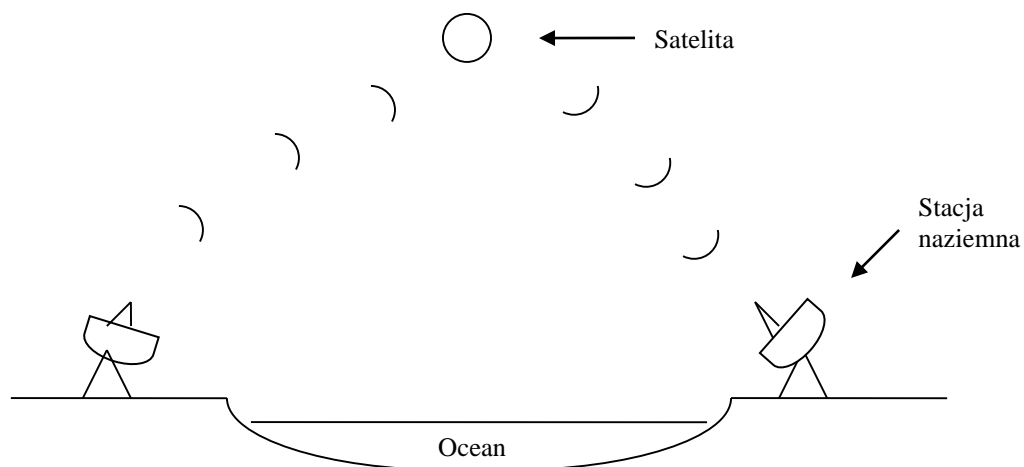
---

<sup>5</sup> W. Hołubowicz, P. Półciennik, A. Różański: *Systemy łączności bezprzewodowej*. Poznań: Wyd. EFP 1996 s. 11-219.

<sup>6</sup> M. Forystek: *Audyt informatyczny*. Warszawa: Wyd. InfoAudit Sp. z o.o. 2005 s. 88-89.

się po drugiej stronie oceanu. Satelita komunikacyjny wyposażony jest najczęściej w większą liczbę transponderów, wynoszącą zazwyczaj od 6 do 12. Każdy z nich używa fali o innych długościach dzięki czemu możliwe jest przeprowadzanie wielu jednoczesnych sesji komunikacyjnych. Dodatkowo wielu użytkowników może korzystać z jednego kanału. Jest to korzystne rozwiązanie z tego względu, że umieszczenie satelity komunikacyjnego na orbicie jest bardzo kosztownym przedsięwzięciem.<sup>7</sup> Zastosowanie satelity do przekazywania sygnałów radiowych przez ocean przedstawione jest graficznie na ilustracji poniżej.

**Rysunek 2 Zastosowanie satelity do komunikacji przez ocean. Satelita odbiera sygnały radiowe z jednej stacji radiowej i transmituje je do drugiej.**



Źródło: D. E. Comer: *Sieci komputerowe i intersieci*. Warszawa: WNT 2003 s. 81.

Łącza radiowe stanowią szczególnie wygodne rozwiązanie w sieciach komputerowych. W praktyce ich zastosowanie wymaga jednak spełnienia szeregu uwarunkowań. Stanowią je głównie użyte częstotliwości oraz poziomy mocy emitowanych sygnałów, które regulowane są ścisłymi przepisami międzynarodowymi. W zastosowaniach komputerowych, aby zapewnić dużą przepływność bitów na jednostkę czasu typową dla zastosowań komputerowych powinno stosować się wysokie częstotliwości używanych sygnałów. Zapewni to wówczas wysoką pojemność informatyczną kanałów transmisji oraz związanej z tym możliwie dużej szybkości transmisji danych.<sup>8</sup> Z tego względu wprowadzane są odpowiednie standardy.

Rynek komunikacji bezprzewodowej w zawrotnym tempie zdobywają obecnie sieci bezprzewodowe. Szczególne znaczenie ma tym samym rozwój rodziny technologii sieciowej standardu IEEE serii 802 dotyczącego sieci komputerowych LAN i WAN. Sieci lokalne LAN

<sup>7</sup> D. E. Comer: *Sieci komputerowe i intersieci*. Warszawa: WNT 2003 s. 80-81.

<sup>8</sup> L. Grochowski: *Rozproszone systemy informatyczne*. Warszawa: Dom Wydawniczy ELIPSA 2003 s. 107.

(*Local Area Network*) są sieciami łączącymi komputery wewnątrz budynku, małego przedsiębiorstwa czy uczelni. Zazwyczaj zajmują one kilka kilometrów. Sieci miejskie MAN (*Metropolitan Area Network*) są natomiast sieciami łączącymi komputery wewnątrz jednego miasta. Odległość na jaką maksymalnie mogą być połączone ze sobą końcówki takiej sieci wynosi zazwyczaj około 100 km.<sup>9</sup> Istotne znaczenie mają więc rozwiązania bezprzewodowe w tego typu sieciach w zakresie ich rozwoju. Z tego względu w dalszej części pracy uwaga zostanie skupiona głównie na komunikacji bezprzewodowej zorientowanej na funkcjonowanie sieci.

---

<sup>9</sup> *Wprowadzenie do informatyki dla ekonomistów*. Red. A. Bąk. Wrocław: Wyd. AE 2004 s. 121.