

Bartłomiej ZIELIŃSKI, Krzysztof TOKARZ  
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

## BEZPRZEWODOWY DOSTĘP DO INTERNETU

**Streszczenie.** . Pokazano metody bezprzewodowego dostępu do Internetu. Krótko opisano systemy telefonii cyfrowej, standardy sieci bezprzewodowych oraz inne rozwiązania. Pokazano konfiguracje sieci, umożliwiające bezprzewodowy dostęp do Internetu.

**Słowa kluczowe:** sieci bezprzewodowe, internet.

## WIRELESS ACCESS TO THE INTERNET

**Summary.** The methods of wireless Internet access have been presented. The digital cellular systems, wireless LAN standards and other solutions have been shortly described. The configurations of wireless Internet access networks have been presented.

**Keywords:** wireless networks, Internet.

### 1. Wprowadzenie

Internet stał się najważniejszym medium komunikacyjnym między komputerami na całym świecie. Z każdego komputera przyłączonego do Internetu można uzyskać dostęp do mnóstwa informacji i usług. Z kolei postęp w miniaturyzacji elementów elektronicznych pozwolił na rozwój urządzeń przenośnych, małych, ale o możliwościach porównywalnych z możliwościami komputerów stacjonarnych. Urządzenia te mogą wprawdzie być podłączone do sieci za pomocą łączy przewodowych, ale zastosowanie w ich miejsce łączy bezprzewodowych ma w tym przypadku uzasadnienie.

Główną wadą połączeń bezprzewodowych jest prędkość transmisji, która jest zbliżona do osiągnięć połączenia modemowego i znacznie niższa od parametrów linii dzierżawionych. Ponadto urządzenia transmisji bezprzewodowej zazwyczaj zużywają więcej energii

i wymagają większej mocy obliczeniowej. Mimo tego zalety transmisji bezprzewodowej są niepodważalne. Przenośność, wygoda użytkowania, nieprzerwany dostęp do sieci z domu i pracy oraz w czasie podróży czynią urządzenia przenośne podłączone do Internetu bardzo atrakcyjnymi.

## 2. Standardy i systemy sieci bezprzewodowych

W chwili obecnej znanych jest kilka sposobów uzyskania dostępu do internetu drogą bezprzewodową. Prawdopodobnie najpopularniejszą metodą w Polsce jest dostęp z wykorzystaniem telefonów komórkowych GSM, włączając w to bardziej zaawansowaną i tańszą metodę opartą na protokole GPRS. W tym przypadku zasięg działania sieci jest ogromny – coraz trudniej znaleźć miejsca nie pokryte zasięgiem sieci GSM – ale prędkość transmisji jest stosunkowo niska i dla wielu aplikacji zbyt niska. Potrzebne są zatem inne metody. Być może jedną z nich stanie się standard UMTS, ale jest to ciągle sprawa przyszłości.

Dostęp do Internetu można także uzyskać stosując bezprzewodowe sieci lokalne. Obecnie znane są dwa standardy takich sieci: IEEE 802.11 oraz HiPeRLAN. Oba mają po kilka wersji, oferujących różne prędkości transmisji i pracujących w różnych pasmach częstotliwości. Warto nadmienić, iż od sierpnia 2002 roku pasma zarezerwowane dla tych sieci w Europie stały się dostępne do swobodnego (nie wymagającego zezwoleń) użytkowania także w Polsce.

Istnieją także łącza bezprzewodowe bardzo małego zasięgu, jak IrDA oraz BlueTooth. Jakkolwiek wydaje się, iż nie mogą one stać się jedynym medium bezprzewodowym przy połączeniu z Internetem, nie należy ich pomijać, gdyż mają one, lub będą miały w przyszłości, wiele ciekawych zastosowań.

Jeszcze inną klasę rozwiązań stanowią bezprzewodowe sieci miejskie, zwane także bezprzewodowymi szerokopasmowymi sieciami dostępowymi (BRAN, ang. *Broadband Radio Access Network*). Ich zadaniem jest jednak zapewnienie łączności w innym miejscu sieci, niewidocznym dla użytkownika.

### 2.1. Standard GSM

GSM (ang. *Global System for Mobile communications*) [1, 3] jest europejskim standardem cyfrowej telefonii komórkowej, zdefiniowanym przez ETSI (ang. *European Telecommunications Standards Institute*) Obecnie jest jednym z najpopularniejszych systemów ko-

mórkowych na świecie. Pozwala nie tylko na transmisję głosu, lecz także danych, można zatem powiedzieć, iż stanowi pewną formę sieci rozległej.

GSM może działać w kilku różnych pasmach częstotliwości radiowych. Wersja podstawowa, zwana obecnie GSM 900, zajmuje pasma 890-915 MHz dla transmisji „w górę” (z telefonu do stacji bazowej) i 935-960 MHz „w dół” (ze stacji bazowej do telefonu). W tym pasmie dostępne są 124 kanały częstotliwościowe. Istnieje także wersja GSM 1800 (dawniej DCS 1800), zajmująca pasma odpowiednio 1805-1880 oraz 1710-1785 MHz, co daje 374 kanały częstotliwościowe. Wymienione warianty są obecnie dominujące. Jest jednak także pasmo E-GSM, poszerzone w stosunku do wersji GSM 900 i mogące ją zastąpić, jeżeli dostępne są odpowiednie częstotliwości (880-915 i 925-960 MHz), oferując przy tym 174 kanały. Jeszcze inny wariant, GSM 1900 – można stosować np. w Japonii czy USA, gdzie pozostałe pasma są niedostępne.

Prędkość transmisji danych wynosi 9,6 kb/s. Jedyny wyjątek dotyczy przypadku, gdy obie stacje znajdują się w obszarze działania tej samej centrali przełączającej MSC (ang. *Mobile Switching Centre*) – prędkość rośnie wówczas do 12 kb/s. Modyfikacja kodera umożliwia dalszy wzrost prędkości do 14,4 kb/s.

W metodzie HSCSD (ang. *High Speed Circuit Switched Data*) pojedynczemu połączeniu przypisuje się więcej szczelin czasowych. Pozwala to na zwiększenie prędkości transmisji do 28,8 kb/s bez modyfikacji telefonu oraz 76,8, a nawet 115,2 kb/s, po dokonaniu modyfikacji układu radiowego.

## 2.2. Standard DECT

DECT (ang. *Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) [1, 3] jest europejskim standardem cyfrowej telefonii bezprzewodowej, zdefiniowanym przez ETSI. Może być także wykorzystany w wielu innych zastosowaniach, np. jako rozszerzenie sieci komórkowej GSM lub do zapewnienia bezprzewodowego dostępu do sieci.

DECT pracuje w pasmie 1880-1900 MHz, które jest podzielone na kanały częstotliwościowe o szerokości 1,728 MHz. Każdy kanał dzieli się na szczeliny czasowe. Moc nadajnika wynosi 250 mW, co zapewnia zasięg 200 m. Stacja może poruszać się z prędkością do 20 km/h.

Zazwyczaj jedno połączenie zajmuje po jednej szczelinie czasowej dla transmisji „w górę” i „w dół”. Dopuszcza się jednak przypisanie jednemu połączeniu większą liczbę szczelin, także asymetrycznie. Pozwala to na uzyskanie prędkości transmisji danych 24-552 kb/s, co czyni DECT atrakcyjną alternatywą dla bezprzewodowych sieci lokalnych. Niestety, nie ma zbyt wielu urządzeń wspierających takie rozwiązania.

### 2.3. GPRS

GPRS (ang. *General Packet Radio Service*) [4] jest systemem transmisji danych, w którym zamiast komutacji łączy używa się komutacji pakietów. System ten może współpracować z systemami telekomunikacyjnymi, jak np. GSM lub TDMA. Dzięki komutacji pakietów zasoby radiowe używane są tylko wówczas, gdy stacja przesyła dane, co pozwala na efektywne wykorzystanie łącza.

Dane użytkownika przesyła się między stacją ruchomą i siecią zewnętrzną wykorzystując mechanizm tunelowania. Pakiety danych zaopatruje się w informacje specyficzne dla GPRS i przesyła w szczelinach czasowych przydzielanych na żądanie. Jedna stacja może użyć do 8 szczelin, zaś jedna szczelina, dzięki komutacji pakietów, może być użyta przez wiele stacji. Teoretyczna prędkość transmisji sięga 171 kb/s, jednak dostępne urządzenia pozwalają na tylko 14,4 kb/s „w górę” i 57,6 kb/s „w dół”. Dynamiczna alokacja szczelin czasowych pozwala na zaspokojenie potrzeb zarówno transmisji danych, jak i głosu.

GPRS jest przeznaczony dla połączeń internetowych i używa tych samych protokołów, może więc być rozpatrywany jako podsieć internetowa ze stacjami ruchomymi. Urządzenie podłączone z wykorzystaniem GPRS może posiadać własny adres IP.

### 2.4. UMTS

UMTS (ang. *Universal Mobile Telecommunications System*) [3] jest europejską propozycją systemu integrującego wszystkie segmenty systemów bezprzewodowych i mobilnych (np. systemy przywoławcze, komórkowe, dyspozytorskie czy sieci lokalne). Propozycja ta, zapoczątkowana przez ETSI, jest także rozwijana przez ITU (ang. *International Telecommunication Union*) jako standard IMT-2000.

Dla standardu UMTS zarezerwowano pasma 1885-2025 MHz oraz 2110-2200 MHz. Ponieważ standard definiuje różne metody przesyłania danych, w pasmach tych wydzielono podpasma:

- dla transmisji naziemnej z wielodostępem TDMA/CDMA i dwukierunkowością TDD (1990-1920 MHz, 2010-2025 MHz),
- dla transmisji naziemnej z wielodostępem CDMA i dwukierunkowością FDD (1920-1980 MHz, 2110-2170 MHz),
- dla transmisji satelitarnej z dwukierunkowością FDD (1980-2010 MHz, 2170-2200).

W standardzie UMTS określono szereg usług, jak telefonia, zdalne sterowanie, przesył danych itp. Dla każdej usługi określono prędkość transmisji, dopuszczalne opóźnienie czasowe oraz stopę błędów. Maksymalna prędkość transmisji wynosi 2 Mb/s.

## 2.5. Standard IEEE 802.11

IEEE 802.11 [5] jest amerykańskim standardem bezprzewodowych sieci lokalnych. Jest obecnie bardzo popularny, gdyż jego definicja bazuje na właściwościach dostępnych urządzeń, których liczba ciągle się powiększa. Należą do nich m. in. karty sieciowe dla różnych typów magistral, punkty dostępu i mosty bezprzewodowe. Standard jest także przyjęty przez ISO jako 8802.11.

W opisie standardu przewidziano dwie konfiguracje sieci [6]:

- tymczasową – bez elementów przewodowych,
- stałą – zawierającą punkty dostępu, pełniące funkcje mostów między częścią przewodową i bezprzewodową.

Istnieje kilka wersji standardu. Podstawowa – 802.11 – definiuje trzy warstwy fizyczne:

- fale radiowe z rozpraszaniem widma metodą kluczowania bezpośredniego (DSSS),
- fale radiowe z rozpraszaniem widma metodą przeskoków częstotliwości (FHSS),
- podczerwień rozproszona.

Dla wszystkich wariantów warstwy fizycznej dostępne są dwie prędkości transmisji: obowiązkowa 1 Mb/s oraz opcjonalna 2 Mb/s, stosowana tylko do przesyłu części danych. Niezależnie od warstwy fizycznej stosuje się protokół dostępu do łącza, wykorzystujący wykrywanie nośnej (CSMA) z możliwą wymianą ramek sterujących RTS-CTS.

Obie radiowe warstwy fizyczne pracują w pasmach ISM 2,4-2,4835 GHz, dostępnych praktycznie na całym świecie. Zasięg transmisji wynosi zazwyczaj 20-30 m w budynkach i około 300 m w otwartym terenie.

Wariant 802.11b [7] określa dwie wyższe prędkości transmisji, tj. 5,5 oraz 11 Mb/s. Transmisja odbywa się także w pasmie ISM 2,4-2,4835 GHz przy zastosowaniu wyłącznie kluczowania bezpośredniego. Protokół dostępu do łącza pozostał nie zmieniony.

Wariant 802.11a [8] jest zupełnie odmienny. Wykorzystuje pasma częstotliwości UNII (ang. *Unlicensed National Information Infrastructure*) w zakresach 5,15-5,35 MHz oraz 5,725-5,825 MHz przy użyciu transmisji wąskopasmowej OFDM (ang. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Pasma podzielone jest na trzy domeny o różnych dopuszczalnych poziomach mocy nadajnika, których dostępność zależy od kraju. Każda domena zawiera pewną liczbę kanałów częstotliwościowych o szerokości 20 MHz, które dzieli się następnie na 52 podkanały. Transmisja odbywa się równolegle na 48 częstotliwościach nośnych, a pozostałe 4 służą korekcji błędów. Zależnie od użytej metody modulacji, uzyskuje się prędkości 6, 9, 12, 18, 27, 36 lub 54 Mb/s. Nie zmieniono natomiast protokołu dostępu do łącza.

Istnieje także wariant 802.11g, który umożliwia stosowanie techniki OFDM w pasmie ISM 2,4-2,4835 GHz.

## 2.6. Standard HiPeRLAN

HiPeRLAN (ang. *High Performance Radio Local Area Network*) [5] jest europejskim standardem, zdefiniowanym przez ETSI. Zapewnia wysoką przepustowość i obsługę ruchu zarówno asynchronicznego, jak i uwarunkowanego czasowo. W przeciwieństwie do IEEE 802.11 standard ten nie został oparty na właściwościach istniejących urządzeń, skutkiem czego obecnie jest praktycznie niedostępny dla użytkownika.

Dla potrzeb HiPeRLAN-u zarezerwowano pasma częstotliwości 5,15-5,30 GHz oraz 17,1-17,3 GHz, podzielone następnie na kanały o szerokości 25 MHz. Standard przewiduje dwie prędkości transmisji [10]:

- małą (LBR, ang. *Low Bit Rate*), równą  $1,4706 \text{ Mb/s} \pm 15 \text{ b/s}$ , używaną do przesyłu informacji sterującej na odległość do 800 m,
- dużą (HBR, ang. *High Bit Rate*), równą  $23,5294 \text{ Mb/s} \pm 235 \text{ b/s}$ , używaną do przesyłu dużych bloków danych na odległość do 50 m.

Bardzo interesującą częścią standardu jest protokół dostępu do łącza EY-NPMA (ang. *Elimination Yield – Non-preemptive Priority Multiple Access*), łączący mechanizmy wykrywania nośnej oraz eliminacji i rozstrzygnięcia konfliktów. Pozwala to na współdzielenie łącza przez aplikacje o różnych priorytetach, np. asynchroniczne i uwarunkowane czasowo. Algorytm ten jest jednak dość skomplikowany, co być może zadecydowało o braku urządzeń zgodnych z tym standardem.

HiPeRLAN/2 [11] jest nową propozycją standardu, która w pewnym sensie jest europejskim odpowiednikiem IEEE 802.11a. Oba rozwiązania wykorzystują to samo pasmo częstotliwości i oferują podobne prędkości transmisji. Istotne różnice leżą jednak w warstwie dostępu do łącza – HiPeRLAN/2 stosuje dynamiczny algorytm TDMA.

## 2.7. System IrDA

IrDA [13] jest systemem transmisji na bardzo małe odległości w pasmie podczerwieni. Ze względu na niskie ceny oraz małe wymiary i pobór mocy urządzenia IrDA są chętnie montowane w urządzeniach przenośnych. Zależnie od wariantu warstwy fizycznej można uzyskać różne prędkości:

- SIr (ang. *Serial Infrared*) – 2,4-115,2 kb/s,
- MIr (ang. *Medium Infrared*) – 576 oraz 1152 kb/s,
- FIr (ang. *Fast Infrared*) – 4 Mb/s,
- VFir (ang. *Very Fast Infrared*) – 16 Mb/s.

Protokół IrLAP, znajdujący się ponad warstwą fizyczną, określa sposoby dostępu do łącza, określania parametrów łącza oraz nawiązywania i rozwiązywania połączeń. Na-

stępna warstwa, IrLMP, precyzuje zasady zarządzania łączem. Następne protokoły są nieobowiązkowe. Należą do nich m. in.: TinyTP, będący prostym protokołem transportowym, IrLAN, określający dostęp do sieci lokalnej oraz IrCOMM, służący emulacji typowych portów komunikacyjnych. Kolejne rozszerzenia pozwalają na transmisję głosu i obrazów, wymianę obiektów oraz sterowanie urządzeniami.

## 2.8. System Bluetooth

System Bluetooth [14, 15] został stworzony przez grupę Bluetooth SIG, skupiającą kilku znanych wytwórców sprzętu komputerowego i telekomunikacyjnego. Specyfikacja obejmuje parametry łącza radiowego, funkcje sterownika łącza i zarządzania łączem oraz funkcje programowe.

Łącze radiowe pracuje w pasmie ISM 2,4-2,4835 GHz i wykorzystuje rozpraszanie widma metodą przeskoków częstotliwości. Pasma podzielone jest na kanały o szerokości 1 MHz, co pozwala na transmisję z prędkością 1 Mb/s. Moc nadajnika wynosi 100 mW, a zasięg – 10 m.

W systemie wyróżnia się stacje podrzędne i nadrzędne, które mogą tworzyć podsieci (ang. *piconet*). Podsieć zawiera jedną stację nadrzędną i kilka podrzędnych. Kilka podsieci może natomiast tworzyć sieć rozproszoną (ang. *scatternet*), ponieważ stacje mogą należeć jednocześnie do kilku podsieci.

Pomiędzy stacją nadrzędną a podrzędną można utworzyć dwa rodzaje połączeń:

- synchroniczne połączeniowe (SCO, ang. *Synchronous Connection Oriented*), służące do przesyłu głosu lub innej informacji uwarunkowanej czasowo z prędkością 64 kb/s w obu kierunkach,
- asynchroniczne bezpołączeniowe (ACL, ang. *Asynchronous Connection-Less*), służące do przesyłu informacji nie uwarunkowanej czasowo z prędkościami sięgającymi 2×432 kb/s w trybie symetrycznym lub 721+56 kb/s w trybie asymetrycznym.

Możliwości zastosowania systemu Bluetooth są opisane w ramach tzw. profili. Jako przykładowe zastosowania można wymienić:

- telefonię bezprzewodową,
- interkom,
- emulację portu szeregowego,
- dostęp do sieci lokalnej,
- podłączenie zestawu słuchawkowego lub głośnomówiącego.

## 2.9. Standard IEEE 802.15

Mimo iż system Bluetooth jest stosunkowo nowy, doczekał się już standaryzacji jako fragment opracowywanego przez IEEE nowego standardu bezprzewodowych sieci osobistych WPAN (ang. *Wireless Personal Area Network*) pod nazwą IEEE 802.15. Standard ten przewiduje także dwa dodatkowe warianty:

- wariant małej prędkości, umożliwiający przesył informacji z prędkością rzędu kilkadziesiąt kb/s,
- wariant dużej prędkości, o osiągnięciach porównywalnych z IEEE 802.11a – maksymalna prędkość wynosi 55 Mb/s.

Oba te warianty są obecnie w trakcie opracowywania [16].

## 2.10. Standardy IEEE 802.16 oraz HiperAccess

Standard IEEE 802.16 [2, 17] jest przeznaczony dla innego typu zastosowań niż 802.11. Definiuje on zasady pracy szerokopasmowej, bezprzewodowej sieci dostępowej. Można ją także określać mianem bezprzewodowej sieci miejskiej (MAN). Zadaniem tego standardu jest zatem raczej zapewnienie łączności między budynkami wraz z całą ich wewnętrzną infrastrukturą, niż między poszczególnymi użytkownikami sieci, jak ma to miejsce w sieciach lokalnych. Z tego powodu stosowane są zupełnie inne techniki transmisji, które powinny zapewnić m. in:

- duży zasięg, rzędu kilku-kilkunastu km,
- wysoki stopień zabezpieczenia przesyłanej informacji,
- bardzo dużą prędkość transmisji, co pociąga za sobą konieczność używania nowych pasm częstotliwości (powyżej 10 GHz),
- wysoką jakość usług, co wiąże się m. in. ze wsparciem zastosowań multimedialnych i innych uwarunkowanych czasowo.

Podsumowując, standard 802.16 jest w pewnym sensie rozwiązaniem łączącym cechy wysokowydajnych sieci lokalnych i cyfrowej telefonii komórkowej.

Podobnie jak w standardzie 802.11, również tutaj możliwe są różne warstwy fizyczne, w szczególności pracujące w różnych pasmach częstotliwości radiowych. Natomiast pozostałe zasady transmisji pozostają niezależne od stosowanej warstwy fizycznej.

Standard 802.16 wykorzystuje zakres częstotliwości 10-66 GHz. Nie oznacza to jednak, że całe tak szerokie pasmo jest zarezerwowane dla tego standardu. Dokładne zakresy częstotliwości zależą od konkretnej implementacji – pozostawiono tu konstruktorom sieci dużą dowolność.

Stacje w sieci miejskiej mogą znajdować się w różnych odległościach od stacji bazowej. Ze względu na szybki spadek jakości sygnału wraz z odległością – charakterystyczny dla fal



o dużych częstotliwościach – konieczny jest podział obszaru działania sieci na kilka stref o różnych prędkościach transmisji. Przykładowo, w pasmie o szerokości 25 MHz można osiągnąć prędkości 150, 100 lub 50 Mb/s.

Dwukierunkowość łącza można uzyskać metodą podziału zarówno czasu (TDD), jak i częstotliwości (FDD). W pierwszej metodzie całkowity czas łącza dzielony jest na przesył „w dół” (ze stacji bazowej do stacji użytkowników) i „w górę” (od użytkowników do stacji bazowej). Pozwala to na dynamiczną zmianę prędkości transmisji w obu kierunkach, zależnie od potrzeb. Alternatywnie można także używać metody FDD, w której każdy kierunek transmisji ma własne wydzielone podpasmo.

W standardzie IEEE 802.16 zasady dostępu do łącza są różne dla kierunku transmisji „w górę” i „dół”. Oczywiście dla transmisji „w dół” zasady są prostsze – stacja bazowa sama decyduje o tym, jakie informacje zostaną przesłane i w jakiej kolejności. W przypadku transmisji „w górę” jest to bardziej skomplikowane ze względu na liczbę stacji wymagających dostępu do sieci. Dlatego też wyróżnia się cztery klasy usług:

- stałej prędkości transmisji – dla przesyłu informacji głosowej bez kompresji, podobnie jak w łączach telekomunikacyjnych;
- zmiennej prędkości transmisji z ograniczeniami czasowymi – dla przesyłu skompresowanej informacji multimedialnej;
- zmiennej prędkości transmisji bez ograniczeń czasowych – dla przesyłu „zwykłych” danych, np. dużych plików;
- na żądanie stacji użytkowników.

### **3. Konfiguracje sieci**

W zależności od używanego sprzętu, media bezprzewodowe można używać w różnych konfiguracjach sieci. Pomimo istnienia wielu systemów i standardów, ich zastosowanie jest ograniczone do określonych miejsc w sieci.

#### **3.1. Dostęp bezprzewodowy przez linię telefoniczną**

Komputer wyposażony w bezprzewodowy modem DECT może uzyskać dostęp do internetu przez bezprzewodową stację bazową. Stacja ta jest połączona z siecią telefonii stałej i może być użyta przez bezprzewodowy telefon albo modem. Jeżeli jest połączona z siecią ISDN, rozmowy telefoniczne i praca w sieci mogą odbywać się równocześnie. Podobne połączenie można uzyskać przy użyciu systemu Bluetooth, uzyskując nieco wyższą przepustowość kosztem niższego zasięgu transmisji. Maksymalna prędkość transmisji

dla DECT wynosi 552 kb/s, a dla BlueTooth - 432 kb/s (lub 721+57.6 kb/s). Zasięg wynosi odpowiednio 250 m oraz 10 m. Konfiguracja sieci pokazana jest na rys. 1.

Rys.1. Dostęp bezprzewodowy przez linię telefoniczną  
Fig. 1. Wireless access via the telephone line

### 3.2. Dostęp bezprzewodowy przez sieć lokalną

Dostęp do internetu można uzyskać używając urządzeń zgodnych ze standardem 802.11b lub 802.11a. Komputery wyposażone w radiowe karty sieciowe mogą komunikować się z punktami dostępu, połączonymi z siecią przewodową. Niektóre komputery, szczególnie przenośne, są wyposażone w interfejsy standardu 802.11b. Można także w tej roli wykorzystać system BlueTooth, ale przy mniejszej prędkości transmisji i bliższym zasięgu. Oczywiście także karty standardu HiPeRLAN nadawałyby się do takiego połączenia, jednak nie są dostępne na rynku. Konfiguracja sieci pokazana jest na rys. 2.

Rys. 2. Dostęp bezprzewodowy przez sieć lokalną  
Fig. 2. Wireless access via the LAN

Maksymalna prędkość transmisji wynosi 11 Mb/s (802.11b) lub 55 Mb/s (802.11a), jednak maleje ona wraz z odległością. Typowy zasięg wynosi 30-50 m, jednak używając anten kierunkowych można powiększyć go do kilku kilometrów. Przy użyciu standardu BlueTooth można uzyskać 1 Mb/s przy odległości 10 m. Karty HiPeRLAN powinny zapewnić prędkość 20 Mb/s przy zasięgu do 50 m.

### 3.3. Dostęp bezprzewodowy przez sieć lokalną i łącze IrDA

Jedną z wyższych warstw systemu IrDA – IrLAN – określa zasady dostępu do sieci lokalnej [19]. Używając tego protokołu, urządzenia wyposażone w łącze IrDA mogą uzyskać

dostęp do sieci za pośrednictwem punktu dostępu lub komputera stacjonarnego, wyposażonego w łącze IrDA i dołączonego do sieci przewodowej. Zasięg transmisji z reguły nie przekracza 1 m, natomiast prędkość transmisji zależy od użytego wariantu warstwy fizycznej i wynosi od 115.2 kb/s do 16 Mb/s. Konfigurację sieci prezentuje rys. 3.

Rys. 3. Dostęp bezprzewodowy przez sieć lokalną i łącze IrDA

Fig. 3. Wireless access via the LAN and IrDA

### 3.4. Dostęp bezprzewodowy przez sieć komórkową

W systemie IrDA jest także warstwa IrCOMM [20], służąca emulacji portu szeregowego. Można więc wykorzystać ją do bezprzewodowego połączenia komputera z telefonem komórkowym. Z drugiej strony, telefon łączy się z internetem bezprzewodowo poprzez sieć komórkową. W ten sam sposób zamiast systemu IrDA można zastosować łącze systemu Bluetooth.

Prędkość transmisji jest raczej ograniczona możliwościami standardu GSM i w najlepszym razie będzie równa 9.6-170 kb/s, zależnie od przyjętej techniki transmisji danych i posiadanego telefonu. Odległość między telefonem a komputerem jest ograniczona do 1-10 m, ale użytkownik raczej zobaczy globalny zasięg sieci GSM. Konfiguracja pokazana jest na rys. 4.

Rys. 4. Dostęp bezprzewodowy przez sieć komórkową

Fig. 4. Wireless access via the cellular network

## 4. Podsumowanie

W chwili obecnej przyszłe kierunki rozwoju technologii bezprzewodowych nie są łatwe do przewidzenia. Wydaje się, że użytkownicy będą zainteresowani dwiema klasami rozwiązań:

- sieciami komórkowymi, zapewniającymi dostęp globalny,
- sieciami lokalnymi, zapewniającymi dostęp w wybranych miejscach.

Dostęp przez sieci komórkowe jest obecnie bardzo popularny ze względu m. in. na technologię WAP oraz GPRS, jednak ich zastosowanie jest ograniczone małą prędkością transmisji. Z kolei sieci lokalne nie uzyskują tak wielkiej popularności, głównie ze względu na mały zasięg. Są jednak miejsca, w których właśnie sieci lokalne mogą być z powodzeniem użyte, np. lotniska, hotele, restauracje itp.

Istnieje kilka alternatyw między wymienionymi dwoma rozwiązaniami. Pierwszym z nich jest UMTS, który powinien zapewnić wysoką prędkość transmisji (do 2 Mb/s) na dużym obszarze. Na razie jednak operatorzy nie wydają się być bardzo zainteresowani tą technologią, poza tym duży zasięg na pewno nie zostanie uzyskany od razu.

Inną alternatywą jest szerokopasmowa sieć dostępową. Standardy 802.16 oraz HiperAccess przewidują jednak połączenie na wyższym poziomie, niewidoczne dla użytkownika. Tak więc musi on zapewnić sobie także inne środki łączności, także bezprzewodowej.

Podsumowując, przez kilka najbliższych lat nie należy się spodziewać rewolucji w zakresie bezprzewodowego dostępu do internetu.

## LITERATURA

1. Zieliński B.: Bezprzewodowe sieci komputerowe. Helion, Gliwice 2000.
2. Tanenbaum A.: Computer Networks. 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, 2002.
3. Wesołowski K.: Systemy radiokomunikacji ruchomej. WKŁ, Warszawa 1999.
4. GSM World – What is GPRS? <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/intro.shtml>
5. Nowicki K., Woźniak J.: Sieci LAN, MAN i WAN – protokoły komunikacyjne. Wydawnictwo FPT, Kraków 1998.
6. IEEE Standard 802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. IEEE, 1999.
7. IEEE Standard 802.11b: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band. IEEE, 1999.

8. IEEE Standard 802.11a: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High Speed Physical Layer Extension in the 5 GHz Band. IEEE, 1999
9. Conover J.: 802.11a: Making Space for Speed.  
<http://www.networkcomputing.com/1201/1201ws1.html>
10. Broadband Radio Access Network. High Performance Radio Local Area Network (HiPeRLAN) Type 1. ETSI, 1998.
11. Broadband Radio Access Network. HiPeRLAN Type 2. ETSI, 2000.
12. Johnsson M.: HiperLAN/2 – The Broadband Radio Transmission Technology Operating in the 5 GHz Frequency Band. <http://www.hiperlan2.com/presdocs/site/whitepaper.pdf>
13. IrDA Serial Infrared Physical Layer Specification, Infrared Data Association, 2001.  
[http://www.irda.org/standards/pubs/IrPHY\\_1p4.pdf](http://www.irda.org/standards/pubs/IrPHY_1p4.pdf)
14. Specification of the Bluetooth System. Core. BlueTooth SIG, 1999.
15. Specification of the Bluetooth System. Profiles. BlueTooth SIG, 1999.
16. IEEE 802.15 Working Group for WPANs™. <http://www.ieee802.org/15/>
17. IEEE Standard 802.16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. IEEE, 2001.
18. Broadband Radio Access Network; HiperAccess. ETSI, 2002.
19. LAN Access Extensions for Link Management Protocol IrLAN. Infrared Data Association, 1997. <http://www.irda.org/standards/pubs/IrLAN.PDF>
20. ‘IrCOMM’: Serial and Parallel Port Emulation over IR (Wire Replacement). Infrared Data Association, 1995. <http://www.irda.org/standards/pubs/ircomm10.pdf>

Recenzent: dr inż. Ryszard Winiarczyk

Wpłynęło do Redakcji 12 marca 2003 r.

### **Abstract**

Internet became the main communication medium between computer-based devices. In many cases the connection to the Internet can be obtained using wired networks. However, in many cases it is desirable to use wireless links instead.

There are several systems and standards of wireless networks. We can divide them into the following groups:

- wireless digital telephony:

- cellular telephony (GSM, including GPRS),
- wireless telephony (DECT),
- UMTS;
- wireless local area networks:
  - IEEE 802.11, 802.11b, 802.11a standards,
  - HiPeRLAN and HiPeRLAN/2 standards;
- wireless personal area networks:
  - IrDA system,
  - BlueTooth system,
  - IEEE 802.15 standard;
- wireless broadband access networks:
  - IEEE 802.16 standard,
  - HiperAccess standard.

Using these solutions we can connect wirelessly to the network in few ways. The network configurations are shown on Figures 1-4.

### **Adresy**

Bartłomiej ZIELIŃSKI: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16, 44-101 Gliwice, Polska, [bmw@zeus.polsl.gliwice.pl](mailto:bmw@zeus.polsl.gliwice.pl) .

Krzysztof TOKARZ: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16, 44-101 Gliwice, Polska, [tato@zeus.polsl.gliwice.pl](mailto:tato@zeus.polsl.gliwice.pl) .