



# **Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej**

Wydział Budowy Maszyn i Informatyki

## **Laboratorium z sieci komputerowych**

**Ćwiczenie numer:**

**6**

**Temat ćwiczenia:**

**Tworzenie i testowanie prostych bezprzewodowych sieci  
radiowych ( Wi-Fi )**

## 1. Wstęp teoretyczny.

Sieci bezprzewodowe wobec wciąż istniejących w Polsce problemów z stałym dostępem do Internetu stały się popularną alternatywą. Obecnie są one jednym z najszybciej rozwijających się segmentów rynku komputerowego na świecie.

Początki technologii bezprzewodowych sięgają czasów II wojny światowej, kiedy to armia amerykańska jako pierwsza wykorzystwała do transmisji danych sygnał radiowy. Zainspirowana tym grupa pracowników naukowo-badawczych z Uniwersytetu Hawajskiego stworzyła pierwszą, radiową sieć komunikacyjną opartą o transmisję pakietową. ALOHANET, bo tak się ona nazywała, była istotnie pierwszą bezprzewodową siecią lokalną. W jej skład wchodziło 7 komputerów, komunikujących się w topologii dwukierunkowej gwiazdy. Tak narodziły się sieci bezprzewodowe.

Pod terminem bezprzewodowe, jak sama nazwa sugeruje, kryją się wszelkie urządzenia, które do połączenia z innym urządzeniem nie potrzebują fizycznego medium, lecz wykorzystują:

- fale radiowe
- fale dźwiękowe
- niewidzialne promieniowanie optyczne
- pole magnetyczne

Najbardziej popularne są sieci bezprzewodowe wykorzystujące fale radiowe jako medium i na nich skupimy swą uwagę.

Technologia Wi-Fi (**Wireless Fidelity**) pracująca w oparciu o standard IEEE 802.11 wykorzystywana jest przez coraz liczniejszą rzeszę użytkowników. Standard ten jest wykorzystywany do konstruowania bezprzewodowych sieci LAN i dlatego też równie popularną jego nazwą jest skrót **WLAN** (od ang. Wireless LAN - bezprzewodowy LAN). Z początku wydawało się, że największymi odbiorcami tej techniki będą firmy, które instalują bezprzewodową infrastrukturę sieciową, po to by udostępnić intranet lub zasoby globalnej sieci przede wszystkim swoim pracownikom. Jednak wraz ze wzrostem popularności technologii oraz spadkiem cen urządzeń koniecznych do funkcjonowania sieci bezprzewodowe zaczęły pojawiać się w miejscach publicznych, gdzie stworzono tzw. hotspoty, a więc miejsca gdzie każda osoba

wyposażona w komputer i odpowiednią kartę sieciową ma dostęp do sieci. Oto przykłady zastosowań technologii bezprzewodowych:

- **Firmy** - pracownicy firmy mogą czerpać korzyści z sieci bezprzewodowej odbierając i wysyłając pocztę, współdzieląc pliki, przeglądając strony WWW, bez względu na ich położenie w sieci.
- **Produkcja** - sieć bezprzewodowa pomaga połączyć halowe stacje robocze i inne urządzenia zbierające dane o produkcji z siecią firmową.
- **Magazyny** - w magazynach, podręczne komputery i czytniki kodów kreskowych podłączone bezprzewodowo używane są do rejestrowania ilości i lokalizacji poszczególnych palet i pudeł. Sieć bezprzewodowa ułatwia śledzenie stanów magazynowych i obniża koszty ich ręcznego sprawdzania.
- **Edukacja** - uniwersytety wykorzystują zalety przenośnej łączności poprzez udostępnianie użytkownikom z komputerami przenośnymi łącza do sieci uniwersyteckiej, udziału w dyskusjach, dostępu do sieci INTERNET, poczty
- **Finanse** - dzięki posiadaniu podręcznych komputerów z dostępem do sieci bezprzewodowej, finansisci mogą otrzymywać informacje o cenach i kursach w czasie rzeczywistym wprost z bazy danych, zwiększając szybkość oraz zyskowność transakcji. Zespoły audytowe zwiększają swą wydajność dzięki szybkiej instalacji sieci.
- **Opieka zdrowotna** - używając komputerów przenośnych do dostępu do bieżących informacji, personel medyczny może zwiększyć efektywność swej pracy, oszczędzając pacjentowi opóźnień w obsłudze, eliminując papierkową robotę, potencjalne błędy w przepisywaniu dokumentów, etc.
- **Szpitala** - obsługa szpitala może używać sieci bezprzewodowej do bezpośredniego przesyłania wezwań do dyżurującego personelu lekarskiego.

Sieci bezprzewodowe są interesujące także z jeszcze kilku innych powodów. Po pierwsze, korzystając z technologii Wi-Fi, możemy łatwo i raczej bezproblemowo zbudować sieć lokalną w biurze lub w domu. Nie wymagają one przede wszystkim setek metrów kabli i dziurawienia ścian tylko po to, aby przewody sieciowe można było przeprowadzić z pomieszczenia do pomieszczenia.

Ponadto dodatkowym atutem tego rodzaju sieci jest mobilność. Komputer nie jest już "przywiązany" do miejsca, w którym akurat znajduje się gniazdko sieciowe. Gdy nasz pecet pracuje w sieci bezprzewodowej, możemy przemieszczać się z nim swobodnie, po całym mieszkaniu lub biurze i nadal będziemy mieli dostęp do zasobów sieciowych. Wi-Fi jest także jednym z najprostszych sposobów na współdzielenie, np. przez cienką ścianę lub podwórze, łącza internetowego na kilku "sąsiedzkich" komputerach.

Drugim ważnym powodem, dla którego bezprzewodowy dostęp do sieci staje się tak popularny jest niemały w polskich warunkach problem tak zwanej "ostatniej mili". Wielu providerów zdecydowało się właśnie na takie rozwiązanie, oferując użytkownikom stałe łącze realizowane za pomocą technologii Wi-Fi. Warto przy tej okazji zaznaczyć, że taki dostęp do Internetu jest zwykle nieco tańszy niż w przypadku skorzystania z klasycznych technologii kablowych. Jednak zasięg i wydajność sieci WLAN zależy od takich czynników jak:

- czułość urządzeń radiowych i moc ich nadajników,
- zysk zastosowanych obustronnie anten (ich typ i rzeczywiste parametry, które często nie są takie jakie podaje sprzedający),
- długości i typ zastosowanego antenowego kabla koncentrycznego,
- ilość i sposób wykonania konektorów, przejściówek do połączenia urządzeń z anteną,
- lokalizacja anten: bazowej i klienta ( wysokość ich zamontowania: nad gruntem i nad dachem),
- różnica wysokości pomiędzy tymi antenami,
- dokładność ustawienia w pionie dookólnej anteny bazowej,
- dokładność ustawienia kierunkowej anteny klienta,
- wolna strefa fresnela dla połączeń na dłuższym dystansie (kilka, kilkanaście km -sieci bezprzewodowe realnie są w stanie takie zasięgi uzyskać w praktyce)
- okoliczne przeszkody mające właściwości odbijania sygnału radiowego, lub jego tłumienia
- przejeżdżające w pobliżu duże obiekty (tramwaj, kolej, tir)
- obecność w pobliżu sieci WLAN silnych stacji nadawczych (telefonii komórkowa, radary lotnicze..)

- obecne w pobliżu sieci WLAN inne, **obce** sieci bezprzewodowe pracujące na takich samych kanałach.

## **Standardy sieci bezprzewodowych 802.11**

Zanim zdecydujemy się na zakup odpowiednich urządzeń Wi-Fi, warto się zastanowić, jakie czynniki mają największy wpływ na szybkość transmisji danych i zasięg - a więc z punktu widzenia użytkownika, na dwa podstawowe parametry pracy sieci bezprzewodowych. Obie wielkości uzależnione są od częstotliwości zastosowanych fal radiowych oraz mocy nadajnika. Niestety, producenci nie mogą swobodnie z nich korzystać, ponieważ częstotliwości i moce nadajników objęte są szczegółowymi regulacjami prawnymi. Ponadto w różnych krajach obowiązują odmienne przepisy dotyczące transmisji radiowej, co dodatkowo komplikuje i ogranicza możliwości budowy uniwersalnych bezprzewodowych sieci.

Bezprzewodowe sieci Wi-Fi ustandaryzowane przez międzynarodową organizację IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) działają na dwóch częstotliwościach. Jak się okazuje, na całym świecie zastosowanie mają tylko częstotliwości z przedziału 2,4-2,5 GHz (pasmo ISM - Industry, Science & Medicine). Dlatego też obecnie najpopularniejsze standardy sieci Wi-Fi, czyli IEEE 802.11b i IEEE 802.11g, pracują właśnie na tej częstotliwości. W USA można spotkać urządzenia zgodne ze standardem IEEE 802.11a, który do transmisji korzysta z pasma 5 GHz (pasmo UNII - Unlicensed National Information Infrastructure). Jednak ta częstotliwość w Europie zarezerwowana jest dla celów wojskowych, dlatego też standard 802.11a nie może być używany bez ograniczeń (np. w Polsce dopuszcza się jego stosowanie, ale tylko wewnątrz budynków, a sygnał nie może się wydostawać poza ich obręb).

To jednak nie wszystkie różnice między poszczególnymi standardami transmisji w sieciach bezprzewodowych. Kolejną cechą charakterystyczną dla każdego z nich jest szybkość transmisji. W przypadku normy 802.11b podstawową przepustowością jest 11 Mb/s. To niewiele, niemniej do większości zastosowań w zupełności wystarczy.

Do standardu 802.11b wprowadzono także ciekawy mechanizm, znany jako dynamic rate shifting. Pozwala on na dynamiczną zmianę szybkości transmisji w zależności od właściwości kanału w danym momencie. W idealnych warunkach 802.11b zapewnia właśnie 11 Mb/s. Jednak wraz z pogorszeniem warunków transmisji (przez np. zwiększenie dystansu między nadajnikiem a odbiornikiem) lub wzrostem zakłóceń mechanizm ten zmniejsza prędkość przesyłu danych z 11

do 5,5, 2 czy 1 megabita na sekundę. Jeżeli warunki transmisji ulegną poprawie, szybkość przesyłania danych zostanie automatycznie zwiększona.

Jednocześnie wraz ze standardem 802.11b rozwijany był konkurencyjny system 802.11a. Został on ratyfikowany przez organizację IEEE w lipcu 1999 roku, w tym samym czasie, co standard b. Jego popularność w skali światowej nie jest zbyt duża, mimo że maksymalne transfery są prawie pięciokrotnie większe niż w przypadku b i wynoszą 54 Mb/s. Spowodowane jest to przede wszystkim, działaniem w paśmie UNII, które w Europie zarezerwowano do celów wojskowych. Ponadto - w odróżnieniu od częstotliwości 2,4 GHz - fale w paśmie 5 GHz charakteryzują się wyższą tłumiennością. To z kolei powoduje, że wszelkie przeszkody - w postaci chociażby ścian działowych w budynku - mogą stanowić barierę nie do przejścia. Nie są to jednak jedyne przyczyny niskiej popularności standardu a. Na mniejsze rozpowszechnienie sieci 802.11a wpływa też to, że oba rozwiązania - tak b, jak i a - nie są ze sobą w żaden sposób kompatybilne. Prowadzi to do sytuacji, w której użytkownicy kart 802.11b nie mogą posługiwać się infrastrukturą bezprzewodową typu a i na odwrót. Próbowano sobie wprowadzić z tym poradzić, wprowadzając na rynek urządzenia umożliwiające pracę w obu standardach, mimo to jednak poza terenem Stanów Zjednoczonych wykorzystanie standardu a jest obecnie marginalne.

#### Standard 802.11g

W połowie ubiegłego roku organizacja IEEE zatwierdziła ostatecznie kolejną normę dla sieci bezprzewodowych działających w paśmie 2,4 GHz - IEEE 802.11g. W założeniu standard ten miał łączyć w sobie najlepsze cechy wcześniejszych specyfikacji a i b, a więc dużą szybkość transmisji przy jednoczesnej większej odporności na zakłócenia, poszerzeniu zasięgu i kompatybilności ze standardem b. Wszystkie te wytyczne udało się osiągnąć - szybkość transmisji wynosi teraz 54 Mb/s, a dzięki wykorzystaniu pasma 2,4 GHz spełniono pozostałe wymienione warunki. Nie obyło się jednak bez kłopotów. Najpoważniejszym problemem okazała się współpraca urządzeń standardu 802.11b i 802.11g. Aby mogła ona zaistnieć, trzeba było rozwiązać problemy związane z tzw. długością preambuły, czyli polem synchronizacyjnym, które poprzedza ramkę z przesyłanymi danymi. W IEEE 802.11g długość tego pola wynosi 56 bitów (short preamble), natomiast w 802.11b - 128 bitów (long preamble).

Kłopotliwa była także szybkość transmisji danych przy obecności w jednej sieci urządzeń zgodnych z 802.11b i 802.11g. W takiej sytuacji szybkość transmisji teoretycznie nie mogłaby być większa niż 11 Mb/s. Aby rozwiązać te problemy, wprowadzono specjalny mechanizm ATC

(Air Traffic Control), którego zadaniem jest zarządzanie komunikacją w sieci mieszanej 802.11b/g. Jego działanie polega na tym, że przed rozpoczęciem transmisji urządzenia standardu 802.11g wysyłają krótką wiadomość do urządzeń 802.11b, informując je o tym, że przez określony czas pasmo będzie zajęte i w tym czasie nie wolno rozpoczynać żadnego przesyłania danych. Konieczność informowania urządzeń 802.11b odbija się niekorzystnie na efektywnej szybkości transmisji w sieci.

Niektórzy producenci pokusili się o opracowanie specyfikacji, które przewidują zwiększenie transmisji danych do wartości ponad 100 Mb/s dla standardu g oraz 22 Mb/s dla specyfikacji typu b. Niestety, są one niekompatybilne z wcześniejszymi rozwiązaniami, co uniemożliwia wykorzystanie potencjału takich urządzeń w sieciach b lub g.

Tabela z porównaniem standardów 802.11a, 802.11b, 802.11g

<b>Standard</b>	<b>802.11a</b>	<b>802.11b</b>	<b>802.11g</b>
Częstotliwość	5,1-5,825 GHz	2,4-2,4835 GHz	2,4-2,497 GHz
Prędkość transmisji	do 54 Mb/s	do 11 Mb/s (standard b+ jest około dwukrotnie szybszy od b)	20-25 Mb/s
Zasięg	niewielki (ograniczony do kilkunastu metrów); aby objąć zasięgiem duży obszar, potrzebne jest zastosowanie większej liczby punktów dostępowych	w zależności od mocy zastosowanych anten zasięg działania pojedynczego punktu waha się w granicach 100-300 metrów w przestrzeni otwartej; w pomieszczeniach zamkniętych zasięg nie przekracza 100 m	podobnie jak w przypadku standardu b, zasięg jest uzależniony od zastosowanych anten i od tego, czy sieć działa na zewnątrz czy wewnątrz budynku; w obu przypadkach zasięg jest podobny jak w standardzie b
Koszty instalacji	wysokie	niewielkie	nieco większe niż dla b
Popularność	mała, wykorzystywany w USA - przede wszystkim w budynkach i salach konferencyjnych	najbardziej rozpowszechniony standard sieci bezprzewodowej na całym świecie	standard powoli wypierający sieci b nie tylko z biur, ale również z popularnych i ogólnie dostępnych hotspotów
Przeznaczenie	sale konferencyjne, biura, laboratoria	sale konferencyjne, biura, dom, ośrodki uniwersyteckie	sale konferencyjne, biura, dom, ośrodki uniwersyteckie
Kompatybilność ze	802.11b - brak 802.11g -	802.11a - brak	802.11a - brak

standardem	brak	502.11g - jest	802.11b - jest
------------	------	----------------	----------------

## Struktury sieci WLAN

Sieci bezprzewodowe mogą być proste lub złożone. W najprostszej wersji, co najmniej dwa komputery wyposażone w karty radiowe tworzą niezależną sieć, kiedy tylko znajdują się w swoim zasięgu. To nazywamy siecią peer-to-peer. Sieci takie jak w tym przykładzie nie wymagają administracji czy prekonfiguracji. W takim przypadku każdy użytkownik mógłby mieć dostęp do zasobów drugiego użytkownika.

Rys. 1: Bezprzewodowa sieć peer-to-peer

Zainstalowanie punktu dostępowego może zwiększyć zasięg sieci ad hoc, efektywnie podwajając zasięg, w jakim urządzenia mogą się komunikować (Rys. 2).

Rys. 2: Bezprzewodowa sieć z punktem dostępowym

Punkt dostępowy może być podłączony do sieci kablowej - wtedy każdy użytkownik bezprzewodowy dostęp zarówno do serwera jak i do innych użytkowników. Każdy punkt dostępowy może obsłużyć wielu użytkowników; dokładna liczba zależy od ilości i rodzaju



transmitowanych danych. Wiele pracujących aplikacji działa w konfiguracjach, gdzie jeden punkt dostępowy obsługuje od 15 do 50 użytkowników (Rys. 3).

Rys. 3: Bezprzewodowa sieć z punktem dostępowym włączonym do szkieletu sieci

Punkty dostępowe mają ograniczony zasięg, 300 metrów w pomieszczeniach i 30000 metrów na otwartej przestrzeni. W rozległych infrastrukturach, takich jak magazyny, hurtownie, czy osiedla mieszkaniowe, prawdopodobnie będzie potrzeba zainstalowania więcej niż jednego punktu dostępowego. Lokalizację punktów dostępowych określa się robiąc właściwe pomiary. Celem jest pokrycie obszaru z zachowaniem nakładania się zasięgu poszczególnych komórek tak by użytkownik mógł poruszać się po danym obszarze bez utraty dostępu do sieci. Taką możliwość poruszania się w zasięgu zespołu punktów dostępowych nazywamy roamingiem. Punkty dostępowe, jeden po drugim, przekazują sobie użytkownika w sposób niezauważalny dla niego, zapewniając stałą łączność (Rys. 4).

#### Rys. 4: Kilka punktów dostępowych i roaming

Typowym zastosowaniem sieci bezprzewodowej jest połączenie dwóch punktów dostępowych łączem radiowym. Możemy w ten sposób połączyć np. centralę firmy z magazynem, czy salonem handlowym. Niezbędnym warunkiem dla zestawienia takiego połączenia jest widzialność optyczna kierunkowych anten nadawczo-odbiorczych (Rys. 5).

#### Rys. 5: Połączenie dwóch lokalizacji

Kolejny przykład przedstawia rozwiązanie dla dostawców np. Internetu. Możemy w ten sposób doprowadzić łącza Internetowe do użytkowników indywidualnych np. na osiedlu domków jednorodzinnych. Na punkcie dostępowym stosujemy antenę (lub anteny) dookólne a abonenci korzystają z anten kierunkowych.

#### Rys. 6: Bezprzewodowe udostępnianie internetu

Niezbędnym warunkiem dla zestawienia takich połączenia jest widzialność optyczna kierunkowych anten nadawczo-odbiorczych abonentów i anteny na punkcie dostępowym (Rys. 6)

## **Urządzenia stosowane w sieciach bezprzewodowych**

### **Bezprzewodowe karty sieciowe**

Radiowa karta sieciowa - Do wyboru mamy trzy rodzaje interfejsów: ISA, PCI i PCMCIA oraz USB. Każdy z nich ma swoje wady i zalety. Modele ze złączem ISA zazwyczaj pozwalają na własnoręczną konfigurację parametrów działania adaptera oraz świetnie nadają się do starszych komputerów, w których każdy slot PCI jest na wagę złota. Jeśli chodzi o karty PCI to są one zgodne ze standardem Plug&Play co jest ważne dla początkujących użytkowników sprzętu. Ponadto należy mieć na względzie, iż większość nowych płyt głównych prócz AGP posiada tylko i wyłącznie złącza PCI, więc jeśli ktoś zamierza rozwijać swoją konfigurację, rozsądniejszą alternatywą jest właśnie ten standard. USB, do którego przyłącza się odpowiedni terminal jest bardzo wygodnym i prostym rozwiązaniem. Umożliwia nam w bardzo prosty sposób przyłączenie się do sieci bezprzewodowej.

### **Punkty Dostępu**

Access Point - Punkt dostępowy pozwala na podłączanie wielu klientów bezprzewodowych oraz łączenie sieci Ethernet bez żadnych dodatkowych urządzeń (po zastosowaniu anten zewnętrznych na duże odległości), mogą pracować także w funkcji BRIDGE i przedłużać zasięg radiolinii. Punkty dostępu posiadają szereg dodatkowych funkcji. Bardzo ważną cechą jest możliwość konfiguracji poprzez dedykowane oprogramowanie SNMP oraz WWW, przy czym warto dodać, że oprogramowanie do zarządzania przez SNMP w przypadku problemów z łącznością sprawdza się o wiele lepiej. Punkty dostępu umożliwiają autoryzację użytkowników poprzez listę MAC która modyfikuje administrator. Pozwala to na pracę jedynie autoryzowanym użytkownikom czyli tym których adres MAC znajduje się na Access liście punktu dostępu. Najczęściej pozwalają na przyłączenie do 50 klientów. Gdy chcemy zwiększyć liczbę użytkowników musimy zastosować drugi punkt dostępu.

## Anteny

W transmisji radiowej sygnał z nadajnika jest przesyłany kablem antenowym do anteny, gdzie następuje jego wypromieniowanie w przestrzeń. W zależności od typu anteny sygnał może być nadawany z taką samą mocą we wszystkich kierunkach lub też może zostać skupiony w węższej wiązce wypromieniowanej w wybranym kierunku. Emisję sygnału z anteny najlepiej opisuje tzw. charakterystyka anteny przedstawiana zwykle w postaci trójwymiarowej bryły która zawiera wypromieniowaną wiązkę. Odległość od środka geometrycznego anteny do danego punktu na powierzchni bryły symbolizuje natężenie wypromieniowanego sygnału. Często określa się charakterystykę anteny podając szerokość kątową czyli tzw. Dyspersję wypromieniowanej wiązki dla płaszczyzny poziomej i pionowej. Na przykład antena o charakterystyce dookólnej (promieniująca sygnał z taką samą mocą dookoła) ma kąt promieniowania wiązki 360 stopni. (dla płaszczyzny poziomej). Mówiąc o kierunkowości anteny często określa się szerokość wypromieniowanej wiązki. Anteny promieniujące wiązkę mocno rozproszoną określane są jako szerokokątne, podczas gdy anteny promieniujące wiązkę skupioną określane są jako kierunkowe, gdyż promieniują sygnał w jednym wybranym kierunku. Charakterystyka anteny ma duży wpływ na zysk energetyczny anteny. Zysk ten, mierzony w decybelach [dB] określa ile razy silniej antena promieniuje sygnał wzdłuż osi zwanej kierunkiem promieniowania w stosunku do promieniowania anteny teoretycznej, która jest pojedynczym punktem promieniującym sygnał z taką samą mocą we wszystkich kierunkach. Antena teoretyczna nie jest możliwa do zrealizowania w praktyce, ale jest niezbędna do przeprowadzenia obliczeń anten rzeczywistych. Mimo skomplikowanej definicji zysk energetyczny anteny jest bardzo wygodnym pojęciem przy obliczaniu bilansu mocy. Im większy zysk energetyczny danej anteny tym węższą wiązkę ona promieniuje, ale jednocześnie bardziej "wzmacnia" sygnał w kierunku swojej osi. Na przykład antena o dużym zysku energetycznym wynoszącym 24dB promieniuje wiązkę o szerokości tylko 7 stopni, podczas gdy antena o zysku 8.5 dB promieniuje wiązkę o szerokości 75 stopni. Anteny szerokokątne (o szerokości wiązki większej niż 60 stopni) i dookólne (szerokość wiązki 360 stopni) najlepiej nadają się do stacji bazowych w sieciach typu "punkt wielopunkt", które muszą swoim zasięgiem "pokryć" wybrany obszar np. halę magazynową, port, lotnisko itp. Anteny kierunkowe są używane przede wszystkim do pojedynczych łącz radiowych o większym zasięgu tzw. radiolinii. Na terenach, na których występuje duża liczba obiektów, od których sygnał radiowy może się odbić jak np. budynki, metalowe ogrodzenia, nisko przelatujące samoloty, zalecane jest stosowanie dwóch anten nadawczo - odbiorczych, gdyż w ten sposób można

wyeliminować szkodliwy wpływ odbić tzw. fadingu. Przy odbiorze każdego pakietu urządzenie automatycznie wybiera jedną z anten, która w danym momencie odebrała lepszy sygnał. Jest to oczywiście rozwiązanie droższe, ale pozwala rozwiązać problem szkodliwych odbić.

## **2. Plan wykonania ćwiczenia**

1. Korzystając z jednego z Access Pointów odszukać dostępne sieci.
2. Przyłączyć dwa Access Pointy do komputerów. Korzystając z instrukcji obsługi dokonać ich konfiguracji. Utworzyć połączenie peer-to-peer (połączenie między dwoma komputerami).
3. Sprawdzić poprawność połączenia. Przy użyciu dowolnego programu sprawdzić średnią przepustowość sieci.
4. Utworzyć sieć z jednym punktem dostępowym – w taki sposób, aby wszystkie komputery mogły działać w tej sieci.
5. Sprawdzić poprawność połączenia. Przy użyciu dowolnego programu sprawdzić średnią przepustowość sieci.
6. Napisać sprawozdanie zawierające konfigurację poszczególnych urządzeń, otrzymane wyniki.

## **3. Literatura.**

1. [http://www.chip.pl/arts/archiwum/n/articlear\\_67822.html](http://www.chip.pl/arts/archiwum/n/articlear_67822.html)
2. **Bezprzewodowe sieci komputerowe. Wydawnictwo Helion 2000**
3. <http://www.winet.com.pl/rozwiązania%20dla%20biznesu.html>

