

Mateusz Grazda i Jakub Urbaniak

Zespół Szkół im. ks. S. Staszica w Tarnobrzegu

SIECI BEZPRZEWODOWE I STANDARD 802.11

Streszczenie

Bezprzewodowa sieć lokalna (WLAN) protokół IEEE 802.11 i związane z nimi technologie, takie jak 802.1X protokół i Wi-Fi Protected Access (WPA), umożliwiający bezpieczne szybki, bezprzewodowy dostęp do sieci i mobilnego dostępu do infrastruktury sieciowej. Aż do niedawna rozwój i szerokie przyjęcie IEEE 802.11b, znany także jako Wi-Fi, w celu uzyskania szybkiego dostępu do sieci do sieci lokalnej (LAN) klient potrzebna sieć być fizycznie podłączony do sieci LAN z pewnego rodzaju z okablowaniem.

1.WPROWADZENIE

1.1 Definicja standardu 802.11

Bezprzewodowa sieć lokalna (WLAN) protokół IEEE 802.11 i związane z nimi technologie, takie jak protokół 802.1X i Wi-Fi Protected Access (WPA), umożliwiają bezpieczny, szybki i bezprzewodowy dostęp do sieci i mobilny dostęp do infrastruktury sieciowej. Kolejne wersje IEEE 802.11, czyli a, b, g i n, dla zwykłego użytkownika różnią się tylko prędkością przesyłu danych i zasięgiem fal radiowych. Zakresy częstotliwości nie są licencjonowane, więc każdy może nadawać swoje fale radiowe bez pozwolenia.

1.2 Architektura

Logiczna architektura standardu 802.11 składa się z kilku głównych komponentów:

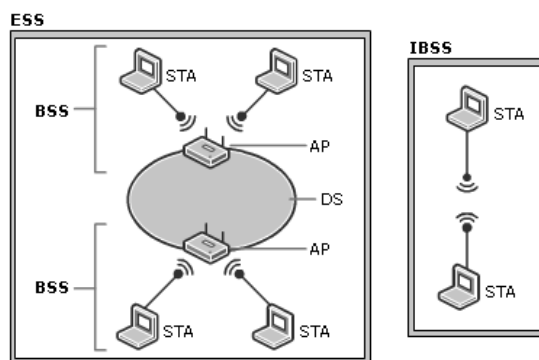
IBSS – (niezależny Basic Service Set) do stworzenia sieci potrzebne są dwie rzeczy: komputer i radiowa karta sieciowa. Każda stacja nadawczo odbiorcza posiada ten sam priorytet i komunikuje się z innymi komputerami bezpośrednio, bez żadnych dodatkowych urządzeń aktywnych kierujących ruchem w LAN-ie. Maksymalna odległość między stacjami w tym przypadku wynosi od 30 do 60 metrów oraz należy ustawić we wszystkich urządzeniach ten sam identyfikator domeny (Wireless domain ID), umożliwiający komunikację tylko z wybranymi maszynami i zabezpieczające go przed nieautoryzowanym dostępem do naszej sieci WLAN.

BSS – (Basic Service Set) jest to sieć zależna. Aby połączyć sieć bezprzewodową z kablową instalacją np. 10base-t lub też zwiększyć zasięg poruszania się stacji roboczych wykorzystamy sieć zwaną BSS. Wykorzystane jest urządzenie zwane hub-em ap (access point, punkt dostępu lub koncentrator radiowy). Ten element wzmacnia i regeneruje odebrany sygnał oraz kieruje ruchem w sieci lokalnej. Stacje robocze należące do danej podsieci (domeny radiowej) nie komunikują się już bezpośrednio ze sobą, lecz za pośrednictwem koncentratora. Maksymalna ilość komputerów obsługiwanych jednocześnie przez AP (Access Point) jest ściśle określona przez producenta i oscyluje w granicach kilkudziesięciu urządzeń. Takie rozwiązanie w istocie zwiększa zasięg sieci, niestety implikuje także spory spadek prędkości transmisji.

ESS – (Extended Service Set) jest to sieć złożona. Powstaje podczas połączenia ze sobą, co najmniej dwóch podsieci BSS. Wystarczy zespolić ze sobą HUB-y poszczególnych punktów dostępowych (AP) tradycyjnym okablowaniem umożliwiając w ten sposób komunikację stacjom bezprzewodowym z tradycyjną siecią LAN oraz z jednostkami znajdującymi się w innych podsieciach radiowych. Jeśli przy okazji zapewnimy nakładanie się na siebie sygnałów z poszczególnych podsieci możliwe będzie poruszanie się komputerów po całej sieci ESS. Roaming umożliwia przekazywanie klientów kolejnym punktom dostępu, w ten sposób po wyjściu ze strefy zarządzanej przez jeden Access Point jesteśmy automatycznie przekazywani kolejnemu znajdującemu się akurat w zasięgu transmisji. Do łączenia podsieci WLAN można użyć specjalnych anten dookólnych i kierunkowych oraz tzw. punktów rozszerzających. Dwa pierwsze służą do zespalania podsieci na większych odległościach

nawet do 30km. Natomiast punkty rozszerzające są to HUB-y AP, różni je tylko możliwość komunikacji z innymi punktami dostępu bez konieczności stosowania okablowania.

Access point – (beprzewodowy punkt dostępu) urządzenie zapewniające stacjom bezprzewodowym dostęp do zasobów sieci za pomocą bezprzewodowego medium transmisyjnego (częstotliwości radiowe). Punkt dostępowy jest także mostem łączącym sieć bezprzewodową z siecią przewodową (najczęściej Ethernet). W związku z tym każdy punkt dostępowy ma minimum dwa interfejsy: interfejs bezprzewodowy komunikujący się z sieciami standardu 802.11 oraz drugi służący połączeniu AP z siecią przewodową. Stacjami łączonymi w sieć bezprzewodową za pomocą punktów dostępowych są komputery wyposażone w bezprzewodowe karty sieciowe.



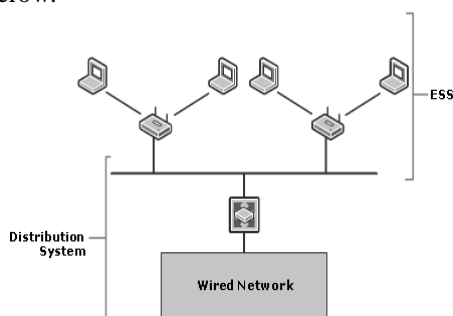
Rys.1. Struktura sieci bezprzewodowych [1]

1.3. TOPOLOGIE SIECI BEZPRZEWODOWYCH

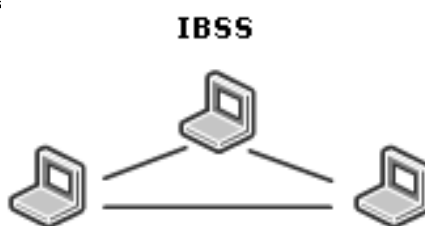
IEEE 802.11 definiuje następujące topologie:

a) Tryb infrastruktury. Budowana jest w oparciu o punkt dostępowy (Access Point). W tej topologii komputery nie komunikują się już bezpośrednio między sobą, lecz za pośrednictwem access pointu. Sieci budowane w tej topologii są bardziej wydajne i mają większe możliwości. Zastosowanie punktu dostępowego zwiększa maksymalną odległość między stacjami (komputerami), umożliwia także dołączenie bezprzewodowej sieci WLAN do przewodowej LAN, a w konsekwencji także i do Internetu. Sieć zbudowaną w oparciu o tą topologię można powiększać poprzez dołączanie kolejnych punktów dostępowych.

b) Tryb ad hoc. (sieć bezpośrednia) W sieci zbudowanej w oparciu o tą topologię komputery komunikują się bezpośrednio między sobą (bez użycia punktów dostępowych i tego typu urządzeń), przez co ich zasięg jest mniejszy od sieci strukturalnych. Do komunikacji wykorzystywane są tylko bezprzewodowe karty sieciowe zainstalowane w komputerach. Wadą tych sieci jest ograniczona liczba użytkowników (4) oraz to, że nie można dołączyć ich do sieci przewodowej LAN. Topologię tą stosuje się głównie do krótkotrwałego połączenia kilku (do 4) komputerów.



Rys.2. Topologia infrastruktury [1]



Rys.3. Topologia ad hoc [1]

2. TECHNOLOGIE I PROTOKOŁY

2.1 Technologie

802.1X - Kontrola dostępu do sieci wykorzystuje do świadczenia uwierzytelnionego dostępu do sieci Ethernet.

EAPOL - (Extensible Authentication Protocol over LAN) mechanizm uwierzytelniania, dostosowany został do użycia na punkt-punkt w segmentach sieci lokalnej (LAN).

Wired Equivalent Privacy – (WEP) zapewnia poufność danych dzięki szyfrowaniu danych przesyłanych między węzłami bezprzewodowymi.

Wi-Fi Protected Access – (WPA) to przejściowy standard, zanim IEEE 802.11i został wprowadzony. Standardy te, przeznaczone do zamiary za WEP, oferują bardziej niezawodne metody szyfrowania danych i uwierzytelniania w sieci.

Wireless Auto Configuration - bezprzewodowa funkcja auto konfiguracji dynamicznie wybiera sieć bezprzewodową, do której użytkownik próbuje się połączyć, albo na podstawie skonfigurowanych preferencji i ustawień domyślnych.

2.2 Protokoły

ALOHA - Sieć komputerowa ALOHA była pierwszą radiową siecią teleinformatyczną. W tym protokole stacja może nadawać w dowolnym czasie, otrzymanie ramki musi być potwierdzone poza protokołem dostępu (innym kanałem) w określonym przedziale czasu.

S-ALOHA - (Slotted Aloha);(aloha szczelinowa), gdzie czas jest podzielony na szczeliny czasowe. Ramkę można zacząć nadawać po skompletowaniu danych tylko w momencie rozpoczęcia szczeliny czasowej. Mechanizm ten podnosi dwukrotnie przepustowość łącza.

CSMA/CA - (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) po skompletowaniu ramki stacja nadawcza sprawdza stan łącza. Jeśli jest ono wolne rozpoczyna nadawanie, a jeśli zajęte - transmisja jest wstrzymywana do czasu zwolnienia łącza. Protokół ten z potwierdzaniem odbioru wykorzystywany jest w niektórych bezprzewodowych sieciach LAN oraz w sieci Packet Radio.

BTMA - (Busy Tone Multiple Access) jest jedną z prób rozwiązania problemu ukrytych stacji. Kanał transmisyjny rozbity jest na dwa podkanały:

- podkanał komunikatów, w którym przesyłane są dane;
- podkanał zajętości, w którym każda stacja odbierająca informacje z podkanału komunikatów, wysyła sygnał zajętości (falę ciągłą).

Każda stacja mająca ramkę do wysłania, sprawdza najpierw przez pewien czas stan podkanału zajętości. Jeśli sygnał zajętości jest nieobecny, dane są wysyłane; w przeciwnym razie transmisja jest odkładana na później, po ponownym późniejszym sprawdzeniu stanu podkanału zajętości.

SRMA - (Slot Reservation Multiple Access) wykorzystuje mechanizm rezerwacji przedziałów czasowych.

SRMA-RM - stacja mająca dane do wysłania przesyła żądanie do stacji sterującej. Jeśli dotarło ono bezbłędnie, to jest dołączane do kolejki żądań. Kolejka jest obsługiwana według dowolnego algorytmu. Jeśli kanał komunikatów może być udostępniony, to stacja sterująca przesyła stacji zgłaszającej kanałem sterującym zezwolenie na nadawanie.

SRMA-RAM - kanał sterujący podzielony jest na dwa podkanały - żądań i odpowiedzi. Stacja mająca dane do przesłania wysyła żądanie do stacji sterującej. Po bezbłędnym jego odebraniu stacja sterująca w kanale odpowiedzi przekazuje informację wyznaczającą czas, w którym stacja zgłaszająca może rozpocząć transmisję danych.

MACA I MACAW - (Multiple Access with Collision Avoidance) wykorzystują wymianę informacji sterujących przepływem danych, zamiast mechanizmu wykrywania fali nośnej używanego dotąd w prostszych protokołach. Nadajnik wysyła ramkę RTS — (ang. Request To Send) czyli gotowość do nadawania, zaś odbiornik ramkę CTS (ang. Clear To Send) czyli gotowość do odbioru. Mechanizm ten zapobiega kolizjom wynikającym ze zjawiska zakrytej i odkrytej stacji, ale istnieje jeszcze niewielkie ryzyko kolizji między ramkami sterującymi.

BAPU - (Basic Access Protocol solutions) ma na celu jeszcze sprawniejsze niż w protokołach MACA eliminowanie zjawiska zakrytej i odkrytej stacji. Rozdzielono tu fizycznie kanał danych i kanał sterujący, przy czym ten drugi ma większy zasięg transmisji. Dzięki temu eliminuje się możliwość interferencji stacji w kanale danych.

3.PODWARSTWY PHY 802.11

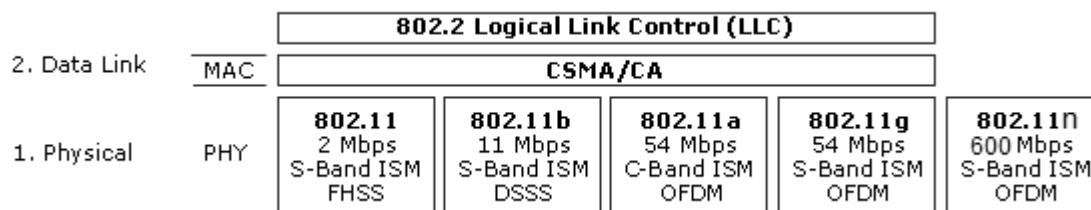
Na fizycznej podwarstwie (PHY), IEEE 802.11 definiuje serię kodowania i transmisji programów do komunikacji bezprzewodowej. 802.11 określa cztery warianty realizacji warstwy fizycznej:

Fale radiowe z modulacją DSSS - (Direct Sequence Spread Spectrum) jest to jedna z technik rozpraszania widma w systemach szerokopasmowych przy pomocy ciągów kodowych. Jeden ze sposobów działania tej techniki polega na tym, że przy wysyłaniu, strumień danych jest mnożony przez odpowiedni ciąg kodowy o większej szybkości bitowej. W ten sposób wyjściowy strumień informacji zajmuje znacznie szersze pasmo

Fale radiowe z modulacją FHSS - (Frequency Hopping Spread Spectrum) rozpraszanie widma z przeskokiem częstotliwości.

OFDM - Metoda modulacji polegająca na jednoczesnej transmisji wielu strumieni danych na ortogonalnych częstotliwościach nośnych.

Fale optyczne z zakresu bliskiej podczerwieni – długość fali 850nm – 900nm.



Rys.7. Standardy 802.11, 802.11b, 802.11a, 802.11g [1]

IEEE 802.11 komisja standaryzacji definiuje dwie oddzielne warstwy, Logical Link Control (LLC) i kontroli dostępu do mediów, dla warstwy łącza danych modelu OSI. IEEE 802.11 bezprzewodowy standard definiuje specyfikacje dla warstwy fizycznej i Media Access Control (MAC), który komunikuje się z warstwą LLC jak pokazano na rysunku nr.7.

4.WERSJE STANDARDU 802.11

IEEE 802.11 - Pierwszym standardem sieci radiowej był IEEE 802.11. Standard ten określał dwie prędkości transmisji – 1 oraz 2 Mb/s. Medium miało być promieniowanie podczerwone oraz wykorzystywany w przemyśle i medycynie zakres częstotliwości 2,4 GHz.

IEEE 802.11a - Ma on zupełnie inną technikę transmisji w nowym paśmie częstotliwości. Pasma to zajmuje częstotliwości w zakresie 5,15-5,35GHz oraz 5,725-5,825GHz. Konsekwencją pracy na wyższych częstotliwościach jest zmniejszenie zasięgu o około połowę. Maksymalna prędkość transmisji w tym standardzie wynosi 54Mbit/s i jest ona główną zaletą tego sprzętu, główną wadą jest brak zgodności z najpopularniejszym standardem 802.11b. 802.11a obejmuje 12 nie zachodzących kanałów, 8 przeznaczonych do pracy w budynkach oraz 4 przeznaczone do pracy między dwoma punktami (point to point).

IEEE 802.11b - Ma on niemal siedmiokrotnie większy zasięg niż 802.11a oraz dość dobrą przepustowość. Używa tego samego pasma częstotliwości, co 802.11, lecz innej modulacji częstotliwości co umożliwia mu osiąganie prędkości do 11Mbit/s w promieniu 25m w pomieszczeniach zamkniętych. Przy większych odległościach (do 35m w pomieszczeniach zamkniętych) ze względu na ilość błędów transfer spada do 5Mbit/s. Na otwartych przestrzeniach odległość nie powinna być większa niż odpowiednio 150 i 250m. Spektrum 802.11b podzielone na 14 kanałów o szerokości 22 MHz, przy czym tylko trzy kanały nie pokrywają się w swoich zakresach.

IEEE 802.11g - Standard ten powstał w wyniku "połączenia" techniki modulacji z 802.11a oraz pasma częstotliwości z 802.11b. Umożliwia transmisję danych z prędkością 54Mbit/s, działa na częstotliwościach 2,4-2,48 GHz. Niestety praca z nominalną przepustowością wymaga silnych anten lub ogranicza zasięg stosowania samego sprzętu. Standard ten jest w pełni zgodny z 802.11b, wykorzystuje te same anteny i kable antenowe co bardzo ułatwia przebudowę sieci.

IEEE 802.11n - Sieci bezprzewodowe charakteryzują się niższymi szybkościami niż sieci przewodowe. Umożliwia on urządzeniom pracę na częstotliwościach 2,4 GHz lub 5 GHz i osiągnięcie maksymalnej przepustowości 600 Mbit/s na jeden kanał o szerokości 40 MHz. Jednak producenci zapowiadają już udostępnienie urządzeń Wi-Fi oferujących przepustowość nawet na poziomie 1 Gbit/s. W standardzie 802.11n zrezygnowano z technik podziału czasu i częstotliwości. W sieciach 802.11n dane są transmitowane na tej samej częstotliwości i w tym samym czasie. Aby sygnały nie zakłócały się, wykorzystano zalety koncepcji dywersyfikacji przestrzennej (ang. spatial diversity), która zakłada oddzielenie transmisji poszczególnych użytkowników poprzez wykorzystanie wielu anten.

5. PROPAGACJA FALI RADIOWEJ W POMIESZCZENIU

5.1 Propagacja

Bezprzewodowe sieci lokalne projektowane są najczęściej w obrębie budynków, propagacja fali w takim środowisku jest dość specyficzna ze względu na liczne przeszkody występujące na trasie propagacji, takie jak ściany, okna, drzwi, itp. Bardzo rzadko możliwe jest zapewnienie warunków bezpośredniej widoczności, dlatego projektując sieć bezprzewodową w budynku należy uwzględnić tłumienie wcześniej wspomnianych przeszkód. Do oszacowania tłumienia trasy propagacji warto korzystać z istniejących modeli propagacyjnych dla środowiska wewnątrzbudynkowego np. Multi-Wall.

Nazwa elementu	Materiał	Grubość [cm]	Tłumienie [dB]
Ściana wewnętrzna	Cegła	10	7
Ściana zewnętrzna	Cegła	30	9
Ściana działowa	Rigips i wełna szklana	7	2
Strop	Beton	30	11
Okno	Szkło	2 x szyba + 1 cm przerwy	4,5
Drzwi	Drewno	4	2,5

Rys.7. Tabela przedstawiająca tłumienie poszczególnych materiałów [11]

5.2 Moc nadajnika i tłumienie fali

Urządzenia radiowe nadawcze oraz nadawczo-odbiorcze są regulowane przez prawo. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 października 2005 roku określa wartości maksymalnej mocy przy korzystaniu z sieci Wi-Fi. Maksymalne moce przy danej częstotliwości:

-częstotliwości **2,400 - 2,4835 GHz** z mocą nie przekraczającą 100 mW e.i.r.p. (20dBm)

-częstotliwości **5,150 - 5,350 GHz** z mocą nie przekraczającą 200 mW e.i.r.p. (23dBm) przy wyraźnym zaznaczeniu, że to pasmo dopuszczono do użytku tylko i wyłącznie wewnątrz pomieszczeń

-częstotliwości **5,470 - 5,725 GHz** z mocą nie przekraczającą 1000 mW e.i.r.p. (30dBm)

Tłumienie fali fala pochodząca z nadajnika zanim dotrze do odbiornika poddana jest tłumieniu i wynosi ono 100dB w odległości 1 km. Jeżeli odległość wzrośnie dwukrotnie to tłumienie zmieni się o -6dB, czyli na w odległości 2 km od nadajnika tłumienie wynosi 106dB. Antena o większym zysku energetycznym (16 dB) w połączeniu z nadajnikiem o mniejszej mocy (5 dBm) zapewnia na dystansie 300 metrów taki sam poziom sygnału, jak antena o mniejszym zysku (6 dBi) w połączeniu z nadajnikiem o większej mocy (15 dB) na dystansie 100 metrów.

[10]

Czułość odbiornika (bez anteny) na podstawie przykładowego odbiornika (WiFi TP-LINK TL-WN722NC)

-130M: -68dBm

-108M: -68dBm

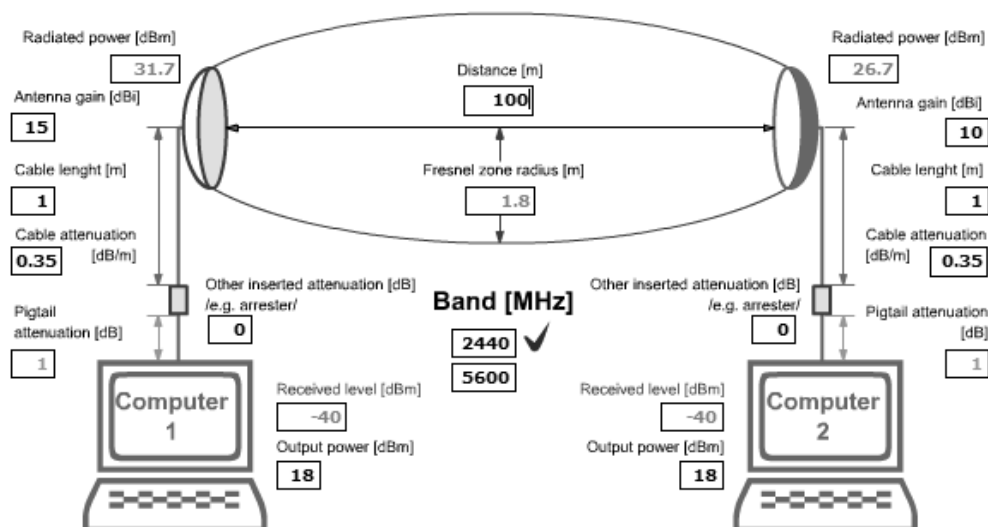
-54M: -68dBm

-11M: -85dBm

-6M: -88dBm

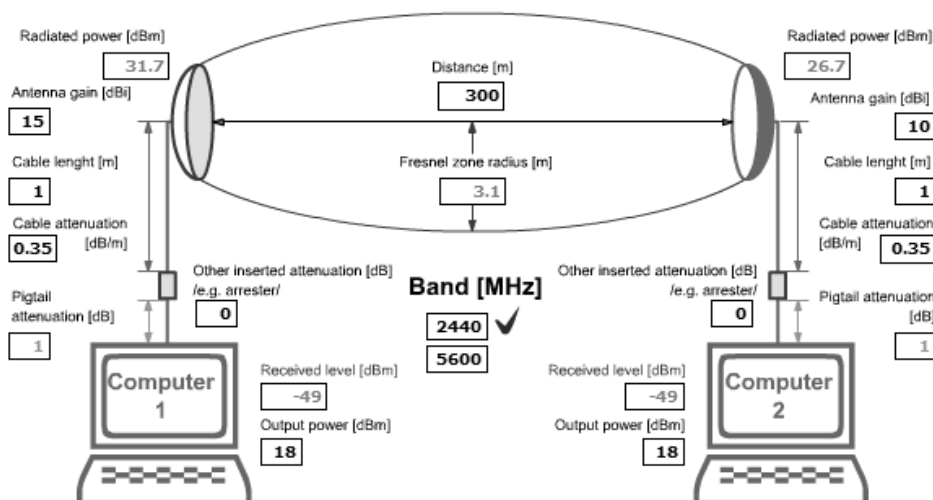
-1M: -90dBm

Zmiana mocy odbiornika i nadajnika wraz ze wzrostem odległości 100m



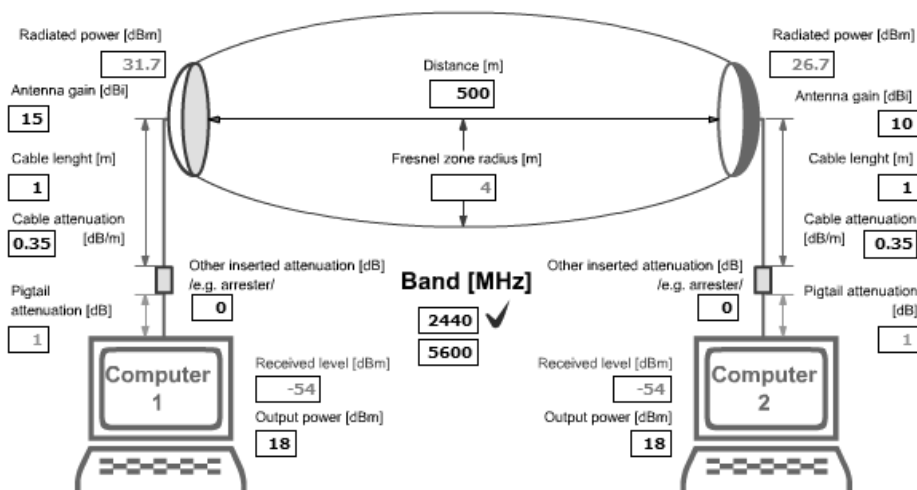
Rys.8. Otrzymany poziom przy 100m[dBm] [13]

300m



Rys.9. Otrzymany poziom przy 300m [dBm] [13]

500m



Rys.10. Otrzymany poziom przy 500m [dBm] [13]

6. ANTENY ZEWNĘTRZNE

Anteny zewnętrzne stosujemy w celu zwiększenia zasięgu sieci. Zwiększenie zasięgu następuje poprzez skupienie sygnału radiowego i wysłaniu go w określonym kierunku. Parametry anten: charakterystyka promieniowania, kąt apertury (kąt promieniowania), zysk (jest to wyrażona w decybelach miara, jak dobrze antena promieniuje w określonym kierunku) polaryzacja (energia wypromieniowana z anteny nadawczej przeważnie jest spolaryzowana w płaszczyźnie poziomej, pionowej lub kołowej)

Rodzaje anten:

Kierunkowe - wysyłają i odbierają fale radiowe w jednym wybranym kierunku. Charakterystyka promieniowania oraz zysk zależy od konstrukcji anteny. Anteny kierunkowe o większym koncie apertury mają zazwyczaj mniejszy zysk, pokrywają one większy obszar, ale działają na mniejszą odległość. Dają zysk energetyczny ok. 15db działające w zakresie ok 15-30o poziomo i pionowo.

Dookolne - Wysyłają i odbierają fale radiowe we wszystkich kierunkach płaszczyzny poziomej jednakowo. Ich charakterystyka promieniowania to zazwyczaj okrąg (kąt apertury: 360°), w którego środku znajduje się antena. Promień okręgu charakterystyki zależy proporcjonalnie od zysku anteny, czyli im większy jest zysk anteny tym

większy promień pokrycia. Anteny te mają polaryzację pionową. Dają zysk ok. 10db działające w zakresie ok 360o poziomo i ok. 15o poziomo.

Szczelinowe - pracują podobnie jak dookólne, lecz przy mniejszych kątach pionowych. Charakteryzują się o wiele lepszą jakością łącza i większym zyskiem ok. 15-22db kąt działania ok. 2x120o.

Paraboliczne. Nie pokrywają dużego obszaru, lecz skupiają wiązkę fal radiowych (mały kąt apertury), dzięki temu posiadają największy zysk i największą kierunkowość ze wszystkich rodzajów anten. Mają zastosowanie właściwie tylko w połączeniach na duże odległości typu punkt-punkt.



Rys.11. od lewej antena kierunkowa, dookólna, szczelinowa, paraboliczna

BIBLIOGRAFIA

Treści zamieszczone w referacie pochodzą z:

- [1] [http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc785885\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc785885(v=ws.10).aspx)
- [2] http://pl.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- [3] http://www.ieee.org/index.html?WT.mc_id=hpf_logo
- [4] <http://www.continuum.com.pl/index.php/bezpieczenstwo/szyfrowanie-wifi.html>
- [10] <http://artelis.pl/artykuly/14268/moc-anteny-wi-fi-a-prawo>
- [6] <http://www.ubucentrum.net/2009/05/aczenie-sie-z-wifi-z-poziomu-konsoli.html>
- [7] <http://technet.microsoft.com>
- [8] <http://www.ubucentrum.net>
- [11] <http://www.wikipedia.pl>
- [12] <http://www.pcworld.pl>
- [13] <http://www.jjrous.pl/kalkulator.php>

WIRELESS NETWORK AND STANDARD 802.11

Summary

The wireless local area network (WLAN) protocol, IEEE 802.11, and associated technologies, such as the 802.1X protocol and Wi-Fi Protected Access (WPA), allow secure high-speed wireless network access and mobile access to a network infrastructure. Until the recent development and wide adoption of IEEE 802.11b, also known as Wi-Fi, in order to obtain high-speed network access to your local area network (LAN) your network client needed to be physically connected to the LAN with some type of wiring.